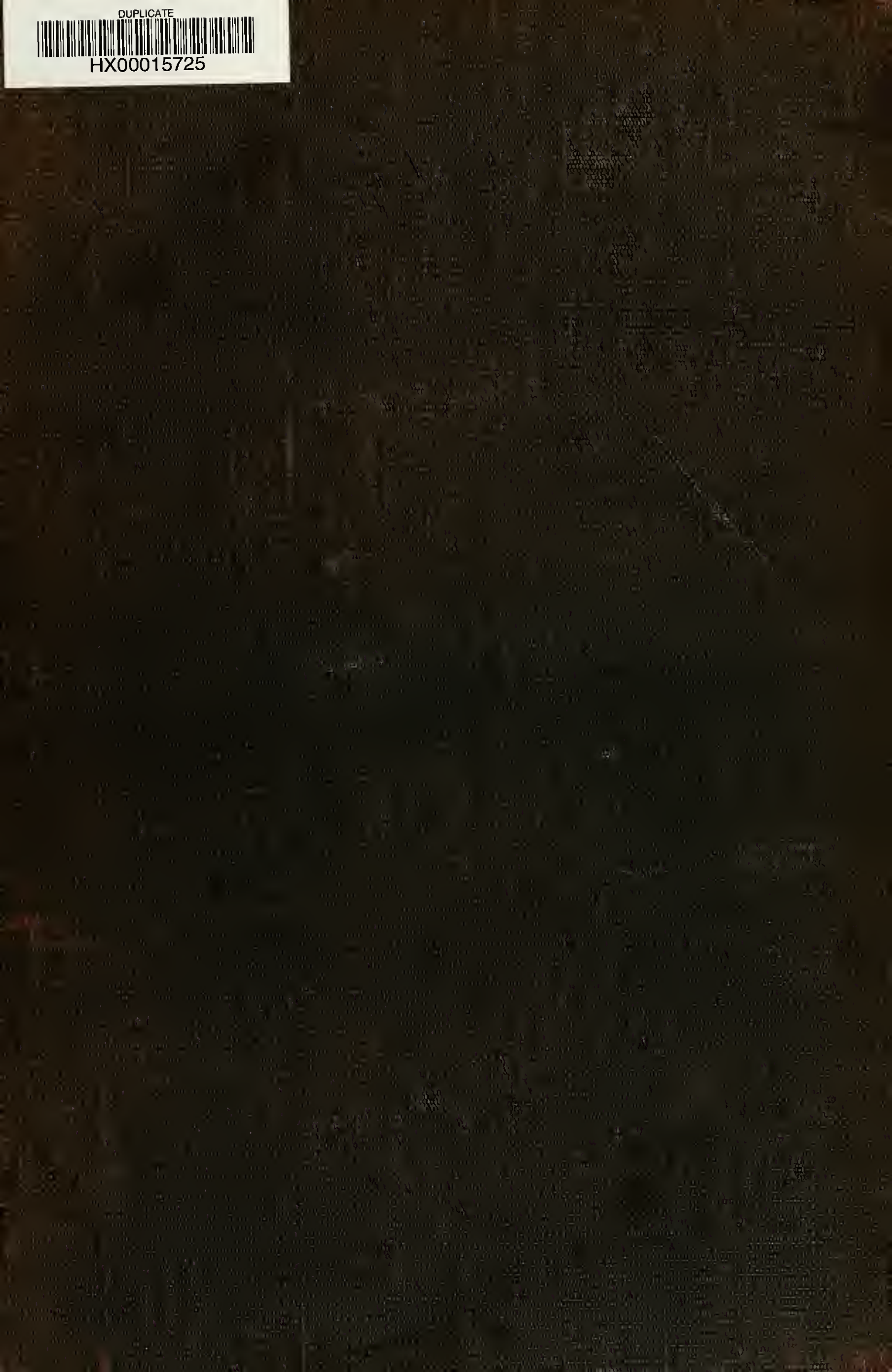


Inhalt des ersten Bandes.

Skeletlehre.



Skeletlehre.

Abteilung 1. Allgemeines. Wirbelsäule. Thorax.

Von

Prof. Dr. J. Disse
in Marburg.

Mit 69 Abbildungen im Text.

Handbuch der Anatomie.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Karl von Bardeleben.

Erster Band. Erste Abteilung.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1896.

Einleitung.

Den denkenden Beobachter der belebten Natur interessieren die lebenden Wesen in doppelter Hinsicht; er berücksichtigt bei ihrer Betrachtung vorwiegend den Bau, oder aber die Leistungen. Die Lehre von den lebenden Organismen, die Biologie, behandelt die Ergebnisse beider Betrachtungsarten als gleichberechtigte Disciplinen; sie zerfällt in die Lehre vom Bau der Organismen, die Morphologie, und in die Lehre von den Verrichtungen derselben, die Physiologie.

In ihrer ganzen Mannigfaltigkeit erscheinen die Leistungen erst bei Organismen, die auf einer bestimmten Entwickelungsstufe angekommen und fertig ausgebildet sind; die Physiologie zieht in den Kreis ihrer Untersuchungen hauptsächlich die vollständig entwickelten, fertigen Individuen.

Die Betrachtung der Form eines beliebigen Organismus ist aber mit der Untersuchung des fertig ausgebildeten Zustandes nicht erschöpft. Der Bau desselben ändert sich während des Lebens in gesetzmäßig bestimmter Weise; das Individuum beginnt sein Dasein mit einer sehr einfachen Form, und diese ändert sich, vom Einfachen zum Zusammengesetzten fortschreitend, während der ersten Lebenszeit beständig um. Ein ganzer Formenkreis wird von einem und demselben Organismus in gesetzmäßiger Aufeinanderfolge durchlaufen, bis die endgiltige Form erreicht ist. Die Vorgänge, die den Organismus aus dem einfachen Zustand in den endgiltigen überführen, bezeichnen wir als die „Entwickelung" desselben; sie sind, je nach dem Aufbau des fertigen Organismus, einfacher oder komplizierter. Die Untersuchung der Entwickelung des Organismus gehört notwendig zu der Untersuchung seines Baues im fertigen Zustande hinzu; die endgiltige oder Schlußform wird durch die bei der Entwickelung sich folgenden Formenreihen bestimmt.

Indem also die Morphologie, von der Untersuchung fertiger Formen ausgehend, das Werden derselben für jedes Individuum verfolgt, zerfällt sie in zwei Zweige: die Lehre von den fertigen Formen nennen wir Anatomie, die Lehre von der Ausbildung der Formen heißt Entwickelungsgeschichte.

Da die Organismen in zwei große Gruppen zerfallen, Tiere und Pflanzen, so giebt es eine Morphologie der Tiere und eine Morphologie der Pflanzen; die tierische Morphologie wiederum, ebenso die der Pflanzen, zerfällt in so viel Unterabteilungen, als es Gattungen, Kreise gleich gebauter und in gleicher Weise sich entwickelnder Individuen, giebt.

Die anatomische Untersuchung einer bestimmten Gattung ist nun entweder allgemein oder sie ist speciell anatomisch. Allgemein anatomisch wird sie genannt, wenn sie das Material berücksichtigt, aus dem die einzelnen Teile bestehen, und wenn sie dieses hinsichtlich seiner Zusammensetzung, seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften, seiner Bildung und Rückbildung untersucht. Dabei sieht diese Betrachtungsweise ab von den speciellen Formen, in welche das Material geprägt ist; sie faßt aber das in den verschiedenen Teilen des Organismus zerstreut vorkommende, gleichartige Baumaterial in Gruppen zusammen. Derartige Gruppen nennen wir „Gewebe"; jedes Gewebe ist hervorgegangen aus ähnlich geformten und gleichartig erscheinenden Elementarteilen, und es führt uns die allgemein-anatomische Betrachtung jeder Gattung schließlich auf die Elementarteile und die Gewebe, die in dieser Gattung sich finden.

Anders verfährt die speciell-anatomische Untersuchung. Von der übersichtlichen Betrachtung der Funktionen ausgehend, sucht sie diejenigen Unterabteilungen des Organismus, die diesen Funktionen vorstehen, und zerlegt sie weiter in bestimmt geformte, zu einer selbständigen Leistung befähigte Teile, die Organe. Das erste, was die speciell-anatomische Untersuchung uns zeigt, sind die zu einer speciellen Funktion vereinigten Organverbände; es heißen diese auch „die Systeme des Organismus" und daher führt die specielle Anatomie auch den Namen „systematische Anatomie". Nicht nur die Form des Organs im ganzen, sondern auch der Bau desselben im einzelnen unterliegt der speciell-anatomischen Untersuchung; dabei kommt sie auf die Gewebe, welche zu dem betreffenden Organ verbunden sind.

Es liefert also die speciell-anatomische Untersuchung das Material, das von der allgemein-anatomischen Betrachtung weiter verwertet wird; und der Zeit nach ist die specielle Untersuchung der allgemeinen vorausgegangen. Eine ausreichende Vorstellung vom Bau eines beliebigen Organismus giebt selbstredend nur die Vereinigung beider Betrachtungsarten, der allgemein- und der speciell-anatomischen.

Es muß die speciell-anatomische Betrachtung nicht notwendig eine systematische sein; sie kann auch topographisch verfahren. Dabei geht sie nicht von der möglichen Zerlegung in die Organsysteme aus, sondern von der äußerlich wahrnehmbaren Gliederung des Organismus.

Diese läßt den Stamm von den Extremitäten unterscheiden; sie zeigt am Stamm selbst eine Unterabteilung in Kopf, Hals, Rumpf, und an jeder dieser Abteilungen wieder grenzt sie bestimmte Gegenden ab. Auf topographischer Betrachtungsweise beruht die Orientierung am lebenden Organismus; sie lehrt weiter den Aufbau eines bestimmten Körperabschnittes verstehen und zeigt, wie die einzelnen Organe, obgleich verschiedenen Systemen angehörend, in

einer gegebenen Gegend sich anordnen und wie sie aneinandergrenzen. Die Kenntnis von den Proportionen der einzelnen Teile, von ihren Lageveränderungen im Laufe des Wachstums, ist ebenfalls auf topographischer Betrachtung begründet. Die Anschauungen, die die systematische Untersuchung liefert, müssen der topographischen Betrachtung zu Grunde liegen, aber sie bleiben unfruchtbar ohne diese.

Was die speciell-anatomische Durchforschung der Organismen an Ergebnissen geliefert hat, wird zum Objekt einer vergleichenden Untersuchung. Sie stellt die Organsysteme und Organe, die bei verschiedenen Klassen sich finden, zusammen und ordnet sie in Reihen nach dem Grade der erreichten Ausbildung. So erhalten wir eine Uebersicht über die Vielfältigkeit der Einrichtungen, vermittelst deren ein bestimmter Zweck erreicht wird; es tritt uns ein und dasselbe Organ, oder ein und dasselbe System in den verschiedensten Formen entgegen. In der Mannigfaltigkeit der Formen tritt das Zusammengehörige durch die vergleichende Betrachtung hervor. Es besteht nun ein Parallelismus zwischen denjenigen Formen, die die vergleichende Anatomie aufzeigt und denjenigen, die die Entwickelungsgeschichte kennen lehrt; die Ausbildung, die bei einer Tierklasse ein bestimmtes Organ dauernd aufweist, ist bei einer anderen, höheren Klasse vorübergehend da; vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchung ergänzen einander und geben erst im Verein eine volle Uebersicht über die Formenkreise der belebten Natur. Bei dem Bestreben, die einfachsten, ursprünglichen Formen zu finden, von denen die komplizierteren abzuleiten sind, ist die vergleichende Anatomie ständig auf die Entwickelungsgeschichte angewiesen. Denn diese zeigt genau die zeitliche Reihenfolge der Formen und die Art ihrer Umänderung. Sie lehrt beurteilen, welche Form ursprünglich und welche abgeleitet ist.

Aufbau des Körpers der Wirbeltiere.

Der Mensch gehört seinem Bau nach in die Klasse der Wirbeltiere. Alle Individuen dieser Klasse sind übereinstimmend gebaut und vereinigen in sich eine Reihe von Organsystemen, die in bestimmter Weise zu einander angeordnet sind. Diese Systeme dienen 1) dem Schutze, der Stütze und der Bewegung; 2) der Ernährung; 3) der Verbindung des Organismus mit der Außenwelt und seiner einzelnen Organe untereinander. Unter die erste Abteilung fällt: a) das Integument, die Haut mit ihren Anhangsgebilden, Haaren, Nägeln, Federn, Schuppen; b) das Skelet; c) die Muskeln. Die zweite Abteilung umfaßt: a) den Verdauungsapparat; b) den Respirationsapparat; c) den Cirkulationsapparat; d) den Exkretionsapparat; e) die der Fortpflanzung dienenden Organe. Die Verbindung dieser Systeme untereinander und mit der Außenwelt vermittelt das Nervensystem, zu dem die Sinnesapparate hinzutreten. Alle diese Organsysteme verbinden sich zu einem einheitlichen Organismus.

1*

Der Körper läßt bei allen Wirbeltieren ein Kopfende und ein Schwanzende erkennen; der dazwischen liegende Rumpf bildet die Hauptmasse des Leibes, ist in die Länge gestreckt, rundlich oder aber seitlich komprimiert. Man unterscheidet eine Rückenfläche von einer Bauchfläche; eine Ebene, die die Mitte der Rückenfläche und die Mitte der Bauchfläche verbindet, die Medianebene, teilt den Körper in eine rechte und eine linke Hälfte. Die Hälften sind mit Bezug auf die Medianebene zu einander symmetrisch, sie enthalten die gleichen Organe in gleichen Abständen von der genannten Ebene und entsprechen einander, wie das Spiegelbild dem Objekt entspricht.

Auf einem senkrecht zur Medianebene geführten Durchschnitt erscheint der Rumpf hohl; die an der Rückenfläche dickere, an der Bauchseite dünnere Leibeswand umschließt die Leibeshöhle, das Cölom (Fig. 1). An die der Rückenfläche entsprechende, dorsale Wand des Cöloms sind Abschnitte des Verdauungsapparates beweglich befestigt; der Medianebene entsprechend liegt in dieser Wand der Hauptstamm des Gefäßsystems, die Aorta, und seitlich derselben ist der Exkretionsapparat angebracht (Fig. 1 Niere).

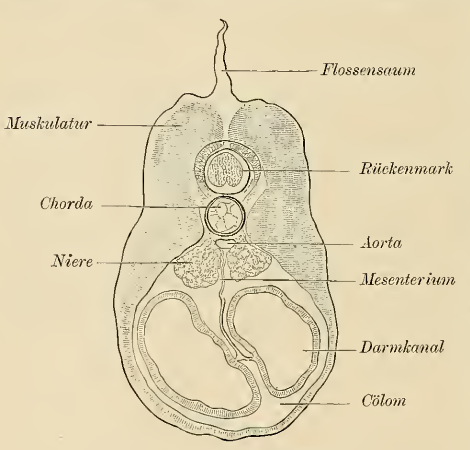


Fig. 1. Tritonlarve, Querschnitt.

Dorsal von der Aorta findet sich in der Leibeswand die Grundlage des Skelets, die Wirbelsäule oder deren Vorläufer, die Chorda dorsalis (Fig. 1 Chorda).

Zwischen dieser und dem Integument liegt ein cylindrischer Hohlraum, der vom centralen Nervensystem eingenommen wird (Fig. 1 Rückenmark).

Die Lage des centralen Nervensystems und der Aorta, in der dorsalen Wandung des Cöloms, getrennt durch die Chorda oder durch die an deren Stelle tretende Wirbelsäule, ist charakteristisch für die Wirbeltiere. Es zeigen nicht nur die fertigen Organismen, sondern auch bereits deren frühe Entwickelungsstufen diese Lagebeziehung mit großer Klarheit. Ebenso ist den Wirbeltieren eigentümlich die Lage des Verdauungsapparats im Cölom selbst, während der Exkretionsapparat und der im Anschluß an diesen sich ausbildende

Fortpflanzungsapparat an der dorsalen Wand des Cöloms, beiderseits von der Medianebene ihre Lage haben.

Die Wand des Cöloms besteht aus denjenigen Organen, die dem Schutze, der Stütze und der Bewegung dienen; als Anhänge der Wand erscheinen 2 Paare von Extremitäten oder Gliedern, ein vorderes, dem Kopfende, und ein hinteres, dem Schwanzende nahe liegendes. Jede Extremität ist ein solider Anhang der Leibeswand und besteht aus den gleichen Organen wie diese selbst.

Aufbau der Leibeswand. In der Wandung des Cöloms sind drei Schichten zu unterscheiden: das Integument, die Muskelschicht und die Wandschicht der Leibeshöhle, die man bei Embryonen „Somatopleura" heißt.

Am mächtigsten ist die Muskelschicht; sie erscheint als die Hauptmasse der Wand, und von ihrer Ausbildung hängt die Wanddicke ab. Die hervorstechendste Eigentümlichkeit der Muskelschicht tritt bei niederen Wirbeltieren, Fischen und Amphibien, noch im fertigen

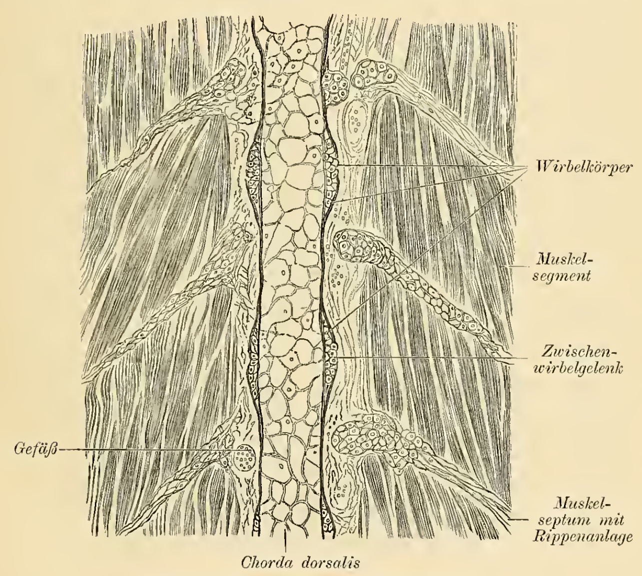


Fig. 2. Tritonlarve, Schwanz, Frontalschnitt.

Zustande, bei höheren Wirbeltieren dagegen nur während des embryonalen Zustandes deutlich erkennbar auf; sie besteht darin, daß die Muskelschicht aus gleichartigen, aufeinander folgenden Abschnitten gebildet wird, die durch nicht muskulöses Gewebe voneinander getrennt werden. Die Muskelschicht ist segmentiert (Fig. 2).

Die Fig. 2 zeigt ein Stück eines Durchschnitts durch den Schwanz einer Tritonlarve, der parallel der Rückenfläche und senkrecht zur Medianebene geführt ist; er hat die Chorda dorsalis der Länge nach getroffen. Die Chorda selbst ist ein cylindrischer Stab, der vom Kopf zum Schwanze in cranio-caudaler Richtung zieht; sie wird von knorpeligen Ringen umgeben, die gleiche Abstände halten und die Anlagen der Wirbelkörper sind (Fig. 2). (Jeder Knorpelring entspricht den Enden von 2 Wirbelkörpern und dem zwischen ihnen liegenden Gelenk.) Seitlich davon liegen die Muskelsegmente; jedes besteht aus einander und der Chorda dorsalis parallel ziehenden Bündeln, die also gleichfalls in cranio-caudaler Richtung laufen, und wird von den angrenzenden Segmenten getrennt durch eine helle Gewebsplatte, das Muskelseptum (Fig. 2). Im Muskelseptum liegen bereits knorpelige Skeletanlagen (Anlagen der Rippen) und Blutgefäße (Fig. 2). Da die Muskelsegmente von Nerven versorgt werden, so zeigen auch diese eine „segmentale Anordnung"; sie folgen sich in gleichen Abständen, ebenso wie die Gefäße.

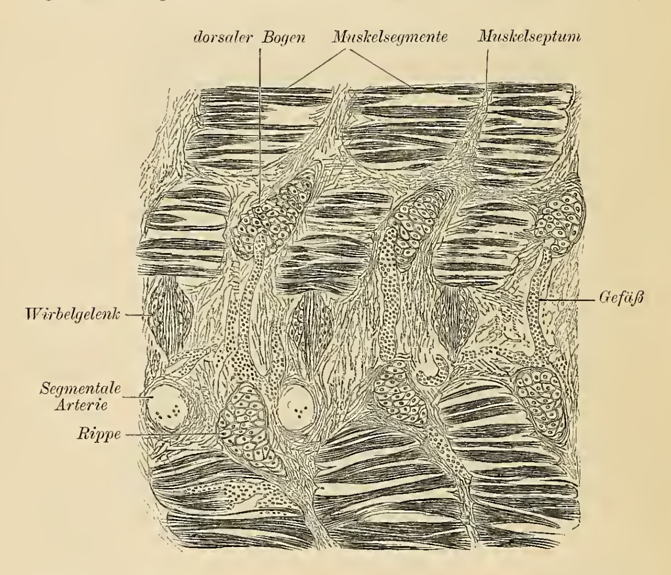


Fig. 3. Tritonlarve. Schwanz, Sagittalschnitt neben der Medianebene geführt. Anlagen von Bogen und Rippen.

Ein Schnitt, der parallel zur Medianebene neben der Chorda dorsalis durch das gleiche Objekt, den Schwanz einer Tritonlarve, geführt ist, läßt die Segmentierung der Muskelschicht in gleicher Weise hervortreten (Fig. 3).

Dorsal von der Chorda sind die Muskelsepten gerade so entwickelt als seitlich derselben; und es liegen in ihnen auch hier Knorpelspangen, die dorsalen Bogen, welche später mit den um die Chorda sich anlegenden Wirbelkörpern in Verbindung treten.

Caudalwärts von den Rippen sieht man die Querschnitte der „segmentalen Arterien" innerhalb der Muskelsepten liegen. Aus jeder geht ein Gefäß (Fig. 3 Gefäß) dorsalwärts ab und liegt in der Verbindungslinie zwischen Rippe und dorsalem Bogen. Die Gelenke zwischen je 2 Wirbelkörperanlagen sind vom Schnitt noch getroffen; es entspricht das Gelenk der Mitte eines Muskelsegmentes (Fig. 3 Wirbelgelenk).

Wenn man die Muskelsegmente aus der Leibeswand des Wirbeltierkörpers entfernt denkt, so bleibt die Reihe der Muskelsepten übrig; und diese erscheint ebenfalls aus gleichartigen Folgestücken zusammengesetzt. Die Anlagen der Skeletteile befinden sich in den Muskelsepten; und wenn das Skelet ausgebildet ist, erscheint dasselbe segmentiert. Von Wichtigkeit aber ist es, sich klarzumachen, daß die eigentliche Segmentierung der Leibeswand beim Wirbeltier verursacht wird durch die Segmentierung der Muskulatur; die Muskelsegmente sind die eigentlichen Segmente. Die segmental angeordneten Skeletteile sind nur in die Zwischenräume der ursprünglichen Segmente eingeschoben; ihre Segmentierung ist eine sekundäre, bewirkt durch die Anordnung der Muskulatur; ebenso verhält es sich mit den Nerven und den Gefäßen.

Von der Segmentierung der Wand wird nicht betroffen das Integument, und auch die Somatopleura bleibt einheitlich.

Im Schwanzteil des Leibes fehlt das Cölom, der Schwanz besteht nur aus der Wandschicht; deswegen ist in seinem Bereich die Segmentierung vorzüglich ausgeprägt. In der Kopfregion verliert sich die Segmentierung und ist nur sichtbar an der Grenze zwischen Kopf und Rumpf. Das rührt davon her, daß im Bereich des Kopfes die Muskelschicht der Wand bedeutend zurücktritt.

Ein Muskelsegment mit den zugehörigen Nerven und Gefäßzweigen wird auch als „Folgestück" oder „Metamer" bezeichnet; für die Segmentierung wird auch der Ausdruck „Metamerie" gebraucht. Die Skeletabschnitte dürfen nicht als „Metameren" bezeichnet werden, weil sie in den Zwischenräumen der eigentlichen Metameren liegen.

N e r v e n s y s t e m. In einem Hohlraum der Leibeswand ist der Hauptteil des Nervensystems gelegen; er erstreckt sich ursprünglich über die ganze Länge des Leibes und reicht vom Kopf bis zum Schwanzende. Seiner Herkunft nach gehört dieses „Centrale Nervensystem" zum I n t e g u m e n t; und es kommt, indem es sich vom Integumente abtrennt, in die Leibeswand zu liegen. Diesen Vorgang der Bildung und Verlagerung des centralen Nervensystems können wir an ganz jungen Embryonen verfolgen.

Der ganz junge Embryo eines höheren Wirbeltieres (Reptil, Vogel, Säuger) ist eine aus drei Lagen von ungleicher Dicke gebildete Platte; jede Lage, die Keimblatt genannt wird, besteht aus einander gleichartigen, rundlichen, cylindrischen oder auch platten Gebilden, den Zellen. Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch einen jungen Entenembryo.

Das obere wie das untere Keimblatt besteht aus je einer Lage von Zellen; das mittlere Keimblatt ist viel mächtiger und in mehrere

Abteilungen gesondert. In der Medianebene zeigt dasselbe den Querschnitt der Chorda dorsalis (Fig. 4), seitlich neben dieser liegen zwei rundliche Zellenmassen, die Urwirbel, und seitlich von diesen ist das mittlere Keimblatt in zwei Lagen getrennt durch eine horizontale Spalte, das Cölom. Gerade der Chorda entsprechend ist das obere

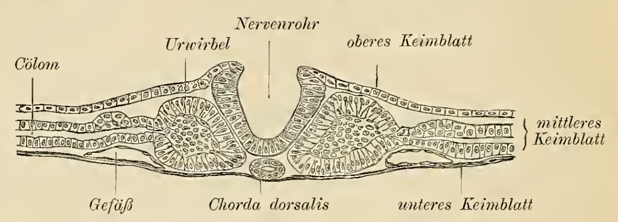


Fig. 4. Entenembryo vom 2. Tage. Querschnitt.

Keimblatt zu einer Rinne vertieft; diese Rinne ist das Nervenrohr (Fig. 4). Die Rinne schließt sich zu einem Rohr, indem ihre oberen Ränder sich einander nähern und in der Medianebene zusammentreffen (Fig. 5).

Darauf löst sich das Nervenrohr ganz vom oberen Keimblatt ab und liegt dann zwischen den Urwirbeln (Fig. 5). Die Urwirbel, Chorda und Nervenrohr sind dann zwischen die beiden Cölomspalten eingeschoben. Aus ihnen wird die dorsale Abteilung der Leibeswand. Dieselbe verbreitert sich wesentlich durch Wachstum der Urwirbel, und die beiden Cölomhälften werden dadurch immer weiter auseinandergeschoben.

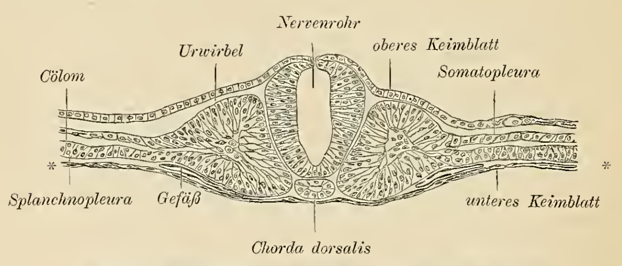


Fig. 5. Entenembryo vom Ende des 2. Tages. Querschnitt.

Die ventrale Abteilung der Leibeswand entsteht aus dem oberen Keimblatt und der ihm anliegenden, dorsalen Hälfte des mittleren, das zur Somatopleura wird (Fig. 5). Zuerst schließt sich das untere Keimblatt zu einem Rohr, indem die äußersten, in Fig. 5 mit ** bezeichneten Ränder in der Medianebene sich vereinigen, wobei die Splanchnopleura in Verbindung mit dem unteren Keimblatt bleibt; darauf wachsen ebenso die Ränder des oberen Keimblattes mit anliegender Somatopleura einander entgegen und schließen sich zu-

sammen. Das Darmrohr ist dann durch das Cölom umgeben und von der Leibeswand getrennt, wie Fig. 6 zeigt.

Nervenrohr und Chorda sind von den Produkten der Urwirbel umwachsen. Die ursprünglich seitlich von der Chorda gelegenen Gefäße (Figg. 4 und 5) haben sich ventral von der Chorda zu einem einzigen Stamm vereinigt, der Aorta, und das Darmrohr ist, weil Somatopleura und Splanchnopleura ineinander übergehen, durch die Verbindung bei der Membranen an die dorsale Leibeswand befestigt (Fig. 6 Mesenterium).

Die Lage des Nervensystems, wie die der übrigen Systeme, wird also bedingt durch die Vorgänge bei der Herstellung der Leibesform, und es behalten die Systeme die ihnen durch die Entwickelung angewiesene Lage zeitlebens bei.

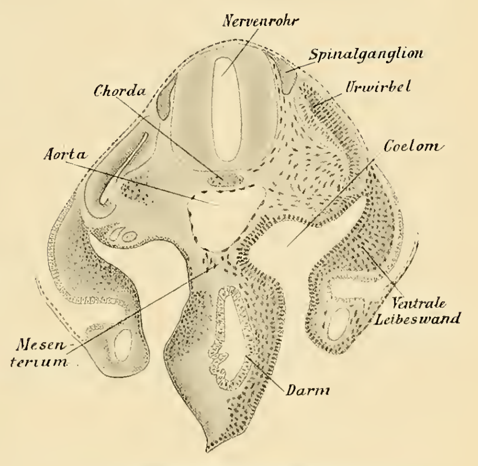


Fig. 6. Querschnitt eines menschlichen Embryo der 3. Woche nach KOLLMANN.

Das Nervenrohr bekommt nach seiner Abtrennung vom Integument paarige Auswüchse, die Spinalganglien (Fig. 6). Jedem Urwirbel entsprechend wächst ein birnförmiger Haufen von Zellen aus der Wand des Nervenrohres heraus und trennt sich nach einiger Zeit ganz von demselben ab, bleibt aber zwischen Nervenrohr und Urwirbel liegen. Aus den Zellen des Spinalganglions wachsen die sensiblen Nervenfasern heraus, teils an das Integument und zum Darmrohr hin, teils in das Nervenrohr hinein. Die die Muskeln versorgenden motorischen Nervenfasern wachsen aus dem Nervenrohr zu den Muskelsegmenten hin. Die Nervenfasern folgen einander in gleichen Abständen; das Nervenrohr selber aber zeigt keine Segmentierung.

Im Kopfabschnitt wird das Nervenrohr weiter; es krümmt sich mit dem vordersten Ende ventralwärts um und ist von ungleicher Weite, indem Anschwellungen und Verengerungen abwechseln. Dieser Abschnitt wird zum Gehirn; der im Stamm verbleibende wird zum Rückenmark.

Das Integument des Kopfabschnittes wird von der Hirnanlage nicht mehr durch eine Muskelschicht getrennt, sondern liegt ihr unmittelbar auf.

Die im Integument des Kopfes auftretenden Anlagen der höheren Sinnesapparate (Nasengrube, Linse, Gehörgrube) treten daher früh-

zeitig mit dem Gehirn in nahe Beziehung. Wenn auch diese Sinnesapparate den Kopf in hintereinander liegende Abschnitte zu trennen erlauben, so sind doch diese Abschnitte den Segmenten des Rumpfes nicht gleichwertig.

Während mit der Leibeswand die Muskeln, Skeletanlagen, das Integument, Nervensystem und Sinnesapparate gegeben sind, treten in Beziehung zum Cölom eine Reihe anderer Systeme: der Verdauungsapparat, Respirationsapparat, Exkretionsapparat, Cirkulationsapparat und der Geschlechtsapparat, also wesentlich die Organe, die der Ernährung und der Fortpflanzung dienen (Fig. 7).

Der Verdauungsapparat ist dargestellt durch ein langes, in mehrere Abteilungen zerfallendes Rohr, das an der Mundöffnung beginnt und am After endigt. Durch ein ursprünglich in der Medianebene liegendes Mesenterium ist dieses Rohr an die dorsale Wand des Cöloms befestigt; es ist wegen seiner Länge vielfach gewunden und mit Anhängen versehen, die, wie Leber und Pankreas, ziemlich voluminös sind.

Der Respirationsapparat erscheint ebenfalls als ein blind geschlossener Anhang des Darmrohrs; er wächst aus dessen Anfangsstück heraus, teilt sich in zwei Schenkel, und jeder davon bildet durch vielfache Verästelung ein aus blind geschlossenen Hohlräumen bestehendes Organ, die Lunge. Beide Lungen finden im cranialen Abschnitt des Cöloms Platz.

Die genannten Apparate sind beweglich an die Wandung des Cöloms befestigt und füllen den Hohlraum desselben annähernd aus; im Gegensatz zu ihnen liegen die eng verbundenen Organe des Exkretionsapparates und des Geschlechtsapparates, die man auch als „Urogenitalsystem“ zusammenfaßt, ursprünglich in der dorsalen Wand des Cöloms, nahe der Somatopleura. Die Anlage dieses Systems ist eine paarige; in jeder Hälfte finden wir Drüsen und mit ihnen verbundene Gänge, die Ausführungsgänge, die das von den Drüsen gelieferte Sekret aufnehmen und fortleiten. Für den Exkretionsapparat ist die Niere bestimmt, und ihr Ausführungsgang heißt Harnleiter (Ureter). Dem Geschlechtsapparat dient die männliche oder

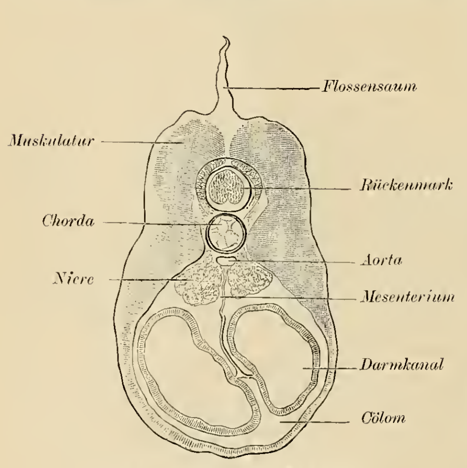


Fig. 7. Tritonlarve, Querschnitt.

weibliche Geschlechtsdrüse (Hoden oder Eierstock) und ein Ausführungsgang, der beim männlichen Geschlecht als Vas deferens bezeichnet wird, beim weiblichen in Eileiter, Uterus und Scheide zerfällt. Am caudalen Ende verwachsen beim Weibe die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen eine Strecke weit miteinander und erscheinen dann unpaar.

Die Geschlechtsdrüsen und ihre Ausführungsgänge bekommen eine Art von Mesenterium und werden dadurch beweglich an die dorsale Wand des Cöloms angeheftet.

Der Cirkulationsapparat besteht aus dem Herzen und dem mit diesem verbundenen Röhrensystem der Blutgefäße. Das Herz ist im cranialen Abschnitt des Cöloms zwischen den Lungen gelegen; die zutretenden und die abführenden Gefäße verlaufen in der Körperwand und versorgen mit ihren Verästelungen sowohl die in der Wand, als die im Innern des Cöloms gelegenen Organe. Zu den Organen wird das Blut durch die Arterien geführt, die aus dem Herzen kommen; es lösen sich innerhalb der Organe die Arterien zu einem Netz feinster Gefäße, der Kapillaren, auf, und aus diesen sammeln größere Gefäße, Venen, das Blut, um es zum Herzen zurückzuführen. Das System der Gefäße ist ein durchweg geschlossenes; das Herz ist an einer Stelle in den Kreis der Gefäße eingeschaltet.

Zur Orientierung über die Lagebeziehungen der einzelnen Organe sind Bezeichnungen nötig, die möglichst eindeutig sind. Wir haben schon die Bezeichnungen Medianebene des Körpers, das Kopf- und Schwanzende, sowie die Bauchfläche und die Rückenfläche behufs Orientierung eingeführt und die diesen Ausdrücken korrespondierenden Adjectiva „cranial, caudal. ventral, dorsal“ angewendet.

Wir müssen aber den Kreis der Bezeichnungen noch erweitern. Diejenige, in der Medianebene gelegene Linie, die das Kopfende und das Schwanzende verbindet, nennen wir die cranio-caudale Achse, auch die Längsachse des Körpers; alle senkrecht auf ihr stehenden Linien, die die ventrale und dorsale Fläche verbinden, heißen sagittale Linien. Die der Medianebene parallel durch den Körper gelegten Ebenen heißen Sagittalebenen. Senkrecht auf der Medianebene stehen Ebenen, die den Körper in ein Kopfende und ein Schwanzende teilen; sie heißen Transversalebenen; in ihnen geführte Schnitte werden auch einfach als Querschnitte bezeichnet.

Eine dritte Art von Ebenen steht sowohl auf der Medianebene als auch auf der Transversalebene senkrecht und trennt die Bauch- und die Rückenfläche von einander. Derartige Ebenen heißen Frontalebenen, und in ihnen gelegte Schnitte sind Frontalschnitte.

Diejenigen Flächen der Organe, die der Medianebene zugewandt sind, heißen mediale Flächen, die von ihr abgewandten werden laterale Flächen genannt. Hingegen bezeichnen wir eine dem Kopfende zugewandte Seite als „craniale“ und die entgegengesetzte als „caudale“. Bei aufrechter Stellung des Körpers passen dafür auch die Ausdrücke „obere“ und „untere“ Fläche.

In den Extremitäten liegen die Organe im allgemeinen parallel der Achse derselben und sind dem Stamm näher oder entfernter ge-

legen. Die dem Stamm zugewandten Enden oder Flächen heißen „proximale", die dem freien Ende der Extremität zugekehrten dagegen „distale".

Es ist unzulässig, diese Bezeichnung auch für Lagebeziehungen innerhalb des Stammes anzuwenden; denn es fehlt ein Centrum, mit Beziehung auf welches die Benennungen doch gebraucht werden müssen. Die Bezeichnungen „außen" und „innen" setzen einen Mittelpunkt oder eine mittlere Achse voraus. Am Stamm ist diese durch die Längsachse dargestellt, an den Extremitäten durch das Skelet derselben. Die einzelnen Schichten, in die wir die Leibeswand oder eine Extremität zerlegen können, sind mit Beziehung auf die genannten Achsen innere oder äußere. Bei Organen beziehen sich die Bezeichnungen „außen" und „innen" ebenfalls auf deren Mittelpunkt.

Allgemeine Skeletlehre.

I. Vom Aufbau des Skelets.

Das menschliche Skelet besteht im ausgebildeten Zustande aus einer Reihe von Organen, die vermöge ihrer Härte, Festigkeit und Elasticität beständig die gleiche Form bewahren und durch Weichteile miteinander derart zu einem Ganzen verbunden sind, daß die einzelnen Teile entweder unverschieblich aneinander befestigt oder in bestimmter Weise beweglich erscheinen.

Die festen, bestimmt geformten Skeletabschnitte, die Organe des Skeletsystems, sind der Hauptsache nach aus Knochen und aus Knorpel gebildet; nur wenige bestehen aus Knochen oder aus Knorpel allein, in den meisten sind beiderlei Gewebe vertreten. Das Verhältnis von Knochen und Knorpel in einem und demselben Skeletteil wechselt mit dem Lebensalter; die erste Anlage ist rein knorplig, und während sie wächst, wird der Knorpel zum größeren Teil durch Knochengewebe verdrängt, das innerhalb des Knorpels an bestimmten Punkten auftritt und sich weiter ausbreitet. Solange das Wachstum dauert, nimmt die Masse des Knorpels beständig ab, die des Knochens dagegen zu; nach Vollendung des Wachstums sind nur noch Reste der knorpligen Anlage übrig, die mit dem Knochen in inniger Verbindung stehen.

Es giebt indessen eine Anzahl von Skeletteilen, die nicht durch Umwandlung von Knorpel entstehen, sondern sofort knöchern angelegt werden; diesen fehlt das Knorpelgewebe durchaus.

Das Knochengewebe wie der Knorpel bedingen die Festigkeit und die Elasticität der Skeletteile. Zu beiden Geweben treten in jedem Skeletstück noch Weichteile hinzu, die der Ernährung vorstehen und den etwa notwendig werdenden Ersatz vermitteln. Es sind dies a) eine bindegewebige, an elastischen Fasernetzen reiche, Blutgefäße, Lymphbahnen und Nerven führende Hülle, das Periost und b) ein weiches, an Zellen, Fett, Gefäßen und Nerven reiches Gewebe, das Mark, das die Hohlräume des Knochengewebes ausfüllt. Den

knorpligen Skeletstücken, wie den Anlagen der knöchernen Skeletteile kommt eine dem Periost im wesentlichen gleichende Hülle ebenfalls zu und wird Perichondrium genannt; hingegen findet sich in den kompakten Knorpeln kein Mark vor.

Zum Skelet gehören auch diejenigen Weichteile, die benachbarte Skeletstücke zu höheren Einheiten, zu Apparaten mit bestimmter Funktion verbinden; sie halten nicht nur die einzelnen Skeletstücke zusammen, sondern sie dienen auch dazu, im Anschluß an die Formen der sich berührenden Knochenflächen deren Beweglichkeit in bestimmten Richtungen zu sichern.

Für den Mechanismus des Skelets und für dessen Leistung sind diese Weichteile von der höchsten Wichtigkeit; sie werden unter dem Namen „Bänder" zusammengefaßt. Der mechanischen Bedeutung wird dieser Name nicht gerecht; denn darauf, daß die Knochen verbunden sind, kommt es weniger an, als darauf, daß die Verbindung eine bestimmte Beweglichkeit besitzt. Eine bewegliche Verbindung von Skeletteilen wird als Gelenk (articulatio) bezeichnet; die Hauptsache bei jedem Gelenk ist der durch die Formen der verbundenen Knochen und die Anordnung der verbindenden Weichteile bestimmte Mechanismus. Um den Gelenkmechanismus zu verstehen, wird die Untersuchung der Gelenkbänder unternommen. Es liegt im Plane des vorliegenden Werkes, die Gelenke in einem besonderen Abschnitte zu behandeln und die Schilderung der nicht mit Gelenken verknüpften Bänder daran anzuschließen. Deshalb sollen in folgendem nur die harten Skeletteile, die Knochen, besprochen werden.

Wenn wir alle Weichteile mit Ausnahme der „Bänder" entfernen, so wird das Skelet isoliert. Es wiederholt in seiner Gesamtheit die Form des Körpers; Kopf, Hals, Rumpf und Glieder treten am Skelet so deutlich hervor, wie am ganzen Organismus. Das Skelet des Kopfes, Halses und Rumpfes fassen wir als „Skelet des Stammes" zusammen und stellen es dem „Skelet der Gliedmaßen" gegenüber. Die Gliedmaßen selbst trennen wir in craniale und caudale, die bei aufrechter Stellung als obere und untere erscheinen.

Das Skelet des Stammes beginnt mit dem knöchernen Schädel (cranium), dem sich die Knochen des Gesichts (facies) anschließen; der Schädel ist beweglich verbunden mit einer Reihe gleichartiger Skeletstücke, der Wirbel (vertebrae), die für den Hals und den Rumpf eine feste Achse bilden, und eine Säule, die Wirbelsäule (columna vertebralis), darstellen, die, in der Mitte der dorsalen Wand des Leibes gelegen, vom Kopf bis zum Schwanzende reicht. Am Rumpfe stehen mit dem cranial gelegenen Abschnitt der Wirbelsäule, der 12 Wirbel umfaßt, paarige Knochenspangen in Verbindung, die Rippen (costae). Sie bilden mit der Wirbelsäule zusammen den Brustkorb (thorax), der dadurch ventralwärts geschlossen wird, daß die 7 cranialen Rippenpaare sich mit dem in der ventralen Mittellinie gelegenen Brustbein (sternum) verbinden. Die 5 caudalen Rippenpaare erreichen das Brustbein nicht. Auf das letzte, kürzeste Rippenpaar folgt eine Reihe nicht rippentragender Wirbel; die letzten 10 Wirbel der ganzen Säule sind zu zwei größeren Knochenstücken, dem Kreuzbein (os sacrum) und dem Steißbein (os coccygis) vereinigt. An das Kreuzbein lagern sich zwei große, platte, in der ventralen Mittellinie mit einander verbundene Knochen an, die Hüftbeine (ossa coxae). Im Verein mit der Wirbelsäule umschließen sie die Beckenhöhle. An die

Hüftbeine sind die caudalen Gliedmaßen durch Gelenke befestigt; die cranialen Extremitäten artikulieren jederseits an einem platten Knochen, dem Schulterblatt (scapula), das der dorsalen Fläche des Brustkorbes aufliegt und durch das Schlüsselbein (clavicula) mit dem

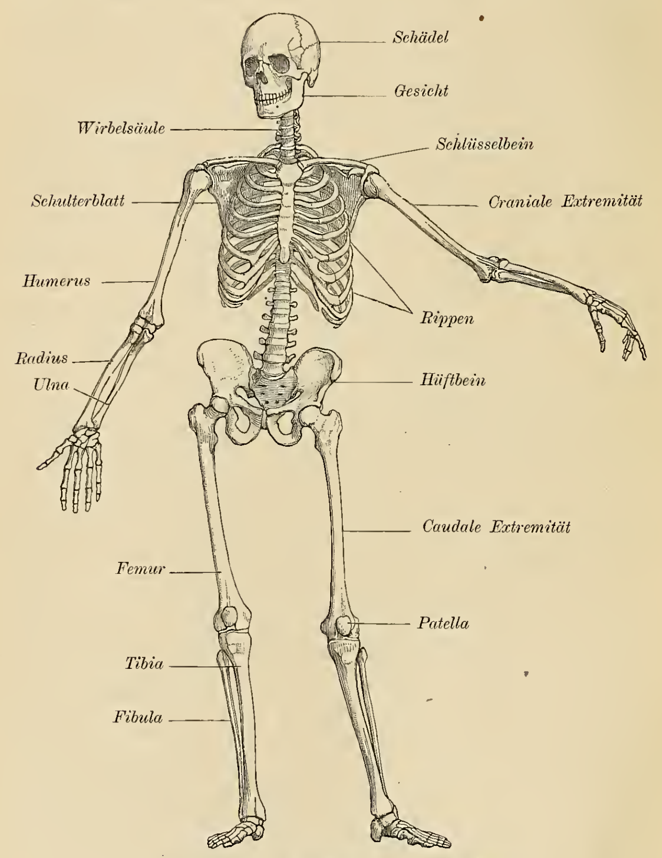


Fig. 8. Skelet des Menschen, von vorn gesehen.

Brustbein beweglich verbunden ist. Beide Schlüsselbeine in Verein mit den beiden Schulterblättern stellen einen um das Kopfende des Thorax gelegten Gürtel vor, den Schultergürtel; derselbe vermittelt die Befestigung der oberen Extremität an den Stamm. Ebenso

ist für die Verbindung der unteren Extremität an dem caudalen Ende des Stammes aus beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein ein zweiter Gürtel hergestellt, der Beckengürtel genannt wird.

Soweit die Segmentierung der Leibeswand auftritt, ist auch das Skelet aus gleichartigen, einander folgenden Stücken zusammengesetzt; am Kopf, wo die Muskelsegmente fehlen, verliert sich auch die Segmentierung des Skelets.

Die Zahl der Knochen, die das Skelet zusammensetzen, ist nicht immer die gleiche. Einmal ist sie abhängig vom Lebensalter; vor Vollendung des Wachstums finden sich mehr selbständige Skeletteile, als nachher, weil anfänglich der Anlage nach getrennte Knochen später miteinander verschmelzen. Aber auch dann, wenn wir nur das Skelet im ausgewachsenen Zustande berücksichtigen, variiert die Zahl seiner Bestandteile. Es kommt eine wirkliche Vermehrung der Knochen zur Beobachtung; die Zahl der Wirbel, der Rippen, der Knochen in der Handwurzel oder der Fußwurzel kann vermehrt erscheinen. In anderen Fällen ist die Vermehrung eine scheinbare, indem Knochen, die zu einem Ganzen verschmolzen sein sollten, getrennt geblieben sind. Es kommt auch eine wirkliche Verminderung der Skeletstücke an Zahl vor, entweder durch Fehlen einzelner Stücke oder durch Verschmelzung benachbarter Knochen zu einem einzigen. Sehen wir von derartigen Ausnahmen zunächst ab, so besteht das Skelet des Erwachsenen aus folgenden selbständigen Teilen.

1) Schädel und Gesicht. Den eigentlichen Schädel bilden 8 Knochen: das Hinterhauptsbein (os occipitale), Wespenbein (os sphenoidale), Siebbein (os ethmoidale), Stirnbein (os frontale), zwei Scheitelbeine (ossa parietalia), zwei Schläfenbeine (ossa temporalia).

Das Gesicht setzt sich zusammen aus 15 Stücken: zwei Oberkiefer (maxilla), zwei Gaumenbeine (os palatinum), zwei Jochbeine (os zygomaticum), zwei Thränenbeine (os lacrimale), zwei Nasenbeine (os nasale), zwei Muschelbeine (concha inferior), Pflugscharbein (vomer), Unterkiefer (mandibula) und Zungenbein (os hyoideum); außerdem gehören zum Gesichtsskelet die drei Gehörknöchelchen, Hammer (malleus), Ambos (incus) und Steigbügel (stapes), die lediglich aus praktischen Gründen gewöhnlich zusammen mit dem Gehörapparat beschrieben werden.

2) Stamm. Die Wirbelsäule besteht aus 24 selbständigen Wirbeln und zwei größeren Knochenstücken, dem Kreuzbein und dem Steißbein, deren jedes einer Anzahl verschmolzener Wirbel entspricht. Von den selbständigen Wirbeln kommen 7 auf den Halsteil (vertebrae cervicales), 12 auf den Brustteil (vertebrae thoracales) und 5 auf den Bauchteil (vertebrae lumbales); in das Kreuzbein (os sacrum) und in das Steißbein (os coccygis) treten je 5 Wirbel ein.

Die Zahl der Rippen (costae) beträgt jederseits 12, so viel wie die Zahl der Brustwirbel beträgt; zu ihnen kommt das Brustbein (sternum).

3) Obere (craniale) Extremität. Der Gürtel der Extremität besteht aus dem Schulterblatt (scapula) und dem Schlüsselbein (clavicula); mit dem Schulterblatt durch Gelenk verbunden ist der Oberarmknochen (humerus), und an diesen legen sich, ebenfalls durch ein Gelenk, zwei Vorderarmknochen, radius und ulna. Mit dem Vorder-

arm verbindet sich beweglich das Skelet der Hand. An demselben unterscheiden wir:

a) die Handwurzel (carpus), aus 8 Knochen bestehend;
b) die Mittelhand (metacarpus), 5 Knochen;
c) die Finger (digiti), die zusammen 14 einzelne Glieder (Phalangen) besitzen;
d) zwei Sesambeine (ossa sesamoidea), die in der Gelenkkapsel zwischen Mittelhandknochen und Grundphalanx des Daumens liegen.

4) U n t e r e (c a u d a l e) E x t r e m i t ä t. Der Gürtel der unteren Extremität wird gebildet durch die beiden Hüftbeine (ossa coxae). Mit dem Hüftbein verbindet sich der Oberschenkelknochen (femur), zum Skelet des Unterschenkels gehören 3 Stücke, tibia, fibula und patella (Kniescheibe), und den Fuß setzen zusammen:

a) die Fußwurzel (tarsus), aus 7 Knochen gebildet;
b) der Mittelfuß (metatarsus), 5 Knochen;
c) die Zehen, mit zusammen 14 Phalangen;
d) zwei Sesambeine in der Gelenkkapsel zwischen Mittelfußknochen und Grundphalanx der großen Zehe.

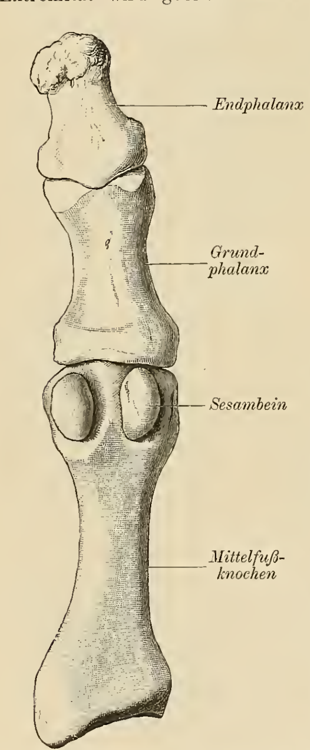


Fig. 9. Sesambeine an der großen Zehe.

Am Schädel und Gesichtsskelet kommt Vermehrung, seltener Verminderung der einzelnen Stücke vor.

Am Stamm ist die Zahl der Rippen und der Wirbel variabel; am Skelet der Extremitäten findet man die Zahl der Knochenstücke in der Handwurzel, seltener in der Fußwurzel, wechselnd. Außerdem variieren an Zahl die S e s a m b e i n e, kleine Skeletstücke, die außerhalb der Knochenreihen in Hand und Fuß sich finden und an der Hand- oder Fußwurzel, ferner in der Kapsel der Gelenke zwischen den Phalangen, endlich in den Sehnen von Muskeln liegen, die an das Skelet der Hand oder des Fußes sich ansetzen *). Fig. 9 zeigt zwei Sesambeine, die in der Gelenkkapsel am proximalen Ende der Grundphalanx der großen Zehe liegen.

*) Man vergleiche über Sesambeine die zusammenfassende Darstellung von Pfitzner in Schwalbe, Morphologische Arbeiten, Bd. I, Heft 4, 1892, S. 517—762. Ferner Thilenius, Die metacarpo-phalangealen Sesambeine menschlicher Embryonen, Anatom. Anzeiger, Bd. 9, No. 14, 1894.

Verbindungen der Knochen.

Die einander berührenden Knochen sind am Stamm und an den Extremitäten meistens entweder durch Knorpelscheiben oder durch Gelenke miteinander verbunden. Ein Beispiel von der ersten Art der Verbindung, die Synchondrose heißt, ist in Fig. 10 von der Wirbelsäule des Menschen dargestellt.

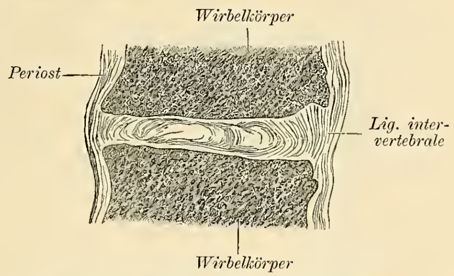


Fig. 10. Verbindung von zwei Wirbelkörpern.

Zwischen die einander zugewandten Flächen der beiden Wirbelkörper ist eine aus Faserknorpel bestehende Scheibe, das ligamentum intervertebrale, eingeschoben und mit beiden Flächen fest verwachsen; das Periost setzt sich von dem einen Wirbelkörper auf den anderen fort und hüllt auch die Knorpelscheibe ein. Die Beweglichkeit beider Wirbelkörper gegeneinander ist ermöglicht durch die Elasticität der Bandscheibe.

Bei der Verbindung durch ein Gelenk berühren die Skeletteile einander, ohne verwachsen zu sein; die Flächen sind kongruent und erlauben eine gleitende Verschiebung des einen Knochens am anderen. Die Gelenkflächen bestehen nicht aus Knochen, sondern aus Knorpel; die Spalte zwischen ihnen wird dadurch allseitig geschlossen, daß eine aus Bindegewebe bestehende Kapsel, die Gelenkkapsel, von einem Knochen auf den anderen übergeht (Fig. 11).

Fig. 11. Mensch, Ellbogengelenk. Sagittalschnitt.

Bei jedem Gelenk kommen Gelenkknorpel, Kapsel und Gelenkhöhle vor.

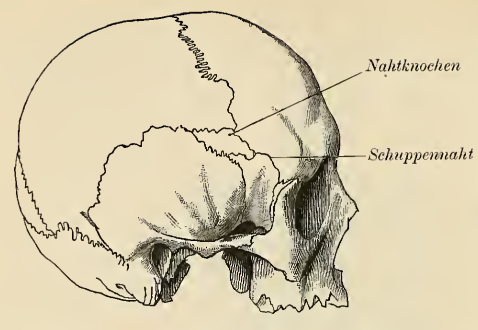


Fig. 12. Schädel mit den Nähten, Profil, Nahtknochen.

Am Schädel und zwischen den Knochen des Gesichts ist eine andere Art der Verbindung vorherrschend, die Naht (sutura). Die Figg. 12 u. 13 geben eine Vorstellung davon. Die Knochen berühren einander (Fig. 12, Schuppennaht) und legen sich mit abgeschrägten Flächen aneinander, sind außerdem durch Bindegewebe verbunden, oder aber die Berührungslinie ist wellig, und Vorsprünge des einen Knochens greifen überall in entsprechende Vertiefungen des angrenzenden Knochens hinein (Fig. 13, gezahnte Naht). Innerhalb dieser Nähte finden sich öfters kleine, isolierte Knochenstücke vor, die Nahtknochen (Fig. 12, 13), welche überzählige Skeletteile sind. Die Naht erlaubt keinerlei Beweglichkeit der verbundenen Knochen gegeneinander.

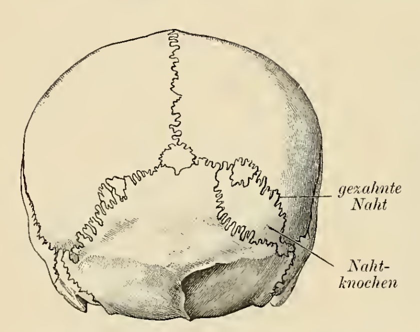


Fig. 13. Schädel von hinten. Gezahnte Nähte, Nahtknochen.

Knochenformen.

Die mannigfach gestalteten Knochen bringt man in Gruppen zunächst nach der Form. Man unterscheidet lange Knochen, kurze Knochen (Fig. 14), platte Knochen (Fig. 15). Zu den langen Knochen gehören die Rippen und die Knochen der Extremitäten, mit Aus-

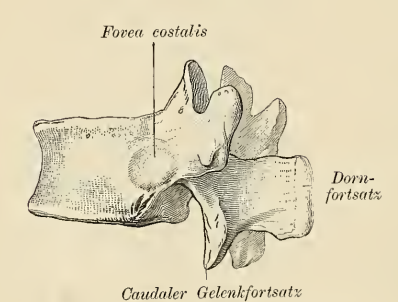


Fig. 14. Wirbel, Profil, kurzer Knochen.

nahme derer in Hand- und Fußwurzel (vgl. Fig. 8 auf S. 14). Platt sind die meisten Knochen des Schädels, des Gesichts, sowie Schulterblatt und Hüftbein. Kurze Knochen sind die Wirbel, die Bestandteile der Hand- und Fußwurzel, die Sesambeine. Es ist begreiflich, daß die Trennung der drei Gruppen keine scharfe ist; die Endphalangen der Finger und Zehen z. B. könnte man gerade so gut zu den kurzen als zu den langen Knochen stellen, und diejenigen Skeletteile, die, wie das Kreuzbein und das Steißbein, Komplexe von Wirbeln vorstellen, passen in keine Gruppe hinein, ebensowenig die Gehörknöchelchen oder der erste Halswirbel.

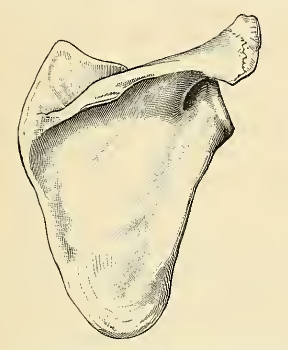


Fig. 15. Schulterblatt, von hinten, platter Knochen.

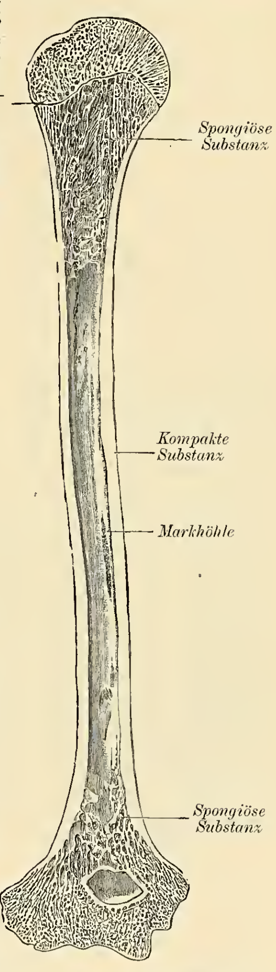


Fig. 16. Mensch, Humerus, Längsschnitt.

Es würde also keine Veranlassung vorliegen, die erwähnte Einteilung beizubehalten, wenn nicht die Anordnung der Knochensubstanz, sowie das Verhältnis von Knorpel- und Knochengewebe in den Knochen einer jeden Gruppe typisch wäre.

Struktur der Knochen. Wenn wir einen langen Knochen der Länge nach durchsägen, so erweist sich, daß er hohl ist. Die Höhlung nimmt den mittleren Abschnitt des Knochens ein, sie heißt, da sie vom Knochenmark ausgefüllt wird, die Markhöhle (Fig. 16) Die seitliche Wand der Markhöhle besteht aus einer Lage soliden Knochens, die für das unbewaffnete Auge

gleichmäßig dicht erscheint und „kompakte Substanz" genannt wird. Sie wird an einer Stelle durch einen Kanal durchbohrt, der in schräger Richtung verläuft und Gefäße einschließt, die zum Mark gehören; das ist der Canalis nutritius. Nach den Enden des Knochens zu verdünnt sich die Wand der Markhöhle; die Enden selbst werden durch ein Netzwerk von Platten und Bälkchen gebildet, das in die sich verdünnende kompakte Substanz noch hineinragt und die Markhöhle an beiden Enden begrenzt (Fig. 16, spongiöse Substanz). Zwischen den Bälkchen dieser „spongiösen Substanz" bleiben rundliche oder rechteckige, miteinander zusammenhängende Hohlräume; sie öffnen sich in die Markhöhle. Nach außen werden diese Hohlräume von einer ganz dünnen Fortsetzung der kompakten Substanz abgeschlossen, die die Enden des Knochens überzieht. Die Bälkchen der Spongiosa sitzen im ganzen Umfang des Knochens der Innenfläche der kompakten Substanz auf; eine Anzahl der Bälkchenzüge scheint durch Aufblätterung der kompakten Substanz entstanden zu sein.

Die Knochensubstanz an den Röhrenknochen erscheint also in zweierlei Form: als kompakte Rinde im Mittelstück und als spongiöse Substanz an den Enden. Die kompakte Substanz umschließt einen Hohlraum, die Markhöhle.

Die langen Knochen sind durch Gelenke verbunden, und ihre Endflächen, die größere oder kleinere Stücke einer bestimmt gekrümmten Fläche vorstellen, werden nicht von Knochensubstanz, sondern von Knorpel gebildet. Diese Knorpellage, der Gelenkknorpel, ist der letzte Rest der ursprünglichen Anlage des Knochens, die ganz und gar knorplig war und durch Knochensubstanz allmählich verdrängt worden ist. Der Verknöcherungsprozeß in der knorpligen Anlage eines langen Knochens geht von drei Punkten aus, einem in der Mitte und einem in jedem Ende. Von dem mittleren „Verknöcherungspunkte" aus wandelt sich die Hauptmasse des Knorpels in Knochen um; es grenzt sich das Gebiet dieses Knochenkerns nach den Enden zu durch eine Knorpelleiste ab; jenseits derselben beginnt das Gebiet der Knochenkerne in den Enden.

Es erhält sich die genannte Knorpelleiste, solange das Wachstum des Skelets dauert; sie trennt die Enden des langen Knochens von seinem Mittelstück. Das Mittelstück wird Diaphyse genannt, die Enden Epiphysen; die Trennungslinie ist die „Epiphysenlinie", die in Fig. 17 von der Tibia dargestellt ist.

Gelenkknorpel
Epiphyse
Epiphysenlinie
Diaphyse

Fig. 17. Mensch, Tibia, proximale Epiphyse, Epiphysenlinie.

Der Gegensatz von Epiphysen und Diaphyse ist charakteristisch für die langen Knochen; bei den kleineren Formen (Mittelhand- und Mittelfußknochen, Phalangen) kommt statt zweier Epiphysen nur eine einzige zur Ausbildung. Die Markhöhle gehört der Diaphyse an, ebenso die die Markhöhle endständig abschließende Spongiosa.

Wenn das Längenwachstum der Knochen abgeschlossen ist, ver-

knöchert auch der Knorpel der Epiphysenlinie; die Stelle derselben wird angedeutet durch eine dichtere Knochenleiste, die die spongiöse Substanz in querer Richtung durchsetzt.

Auch an kurzen Knochen, z. B. den Wirbelkörpern, sitzen dem knöchernen Mittelstück zwei Knorpelscheiben auf, eine am cranialen, die andere am caudalen Ende. In jeder entwickelt sich ein Knochenkern, und von ihm aus verknöchert der Knorpel. An platten Knochen finden sich ebenfalls an manchen Stellen knorplige Epiphysen, die von besonderen Punkten aus verknöchern; indessen kann man das Hauptstück des Knochens hier nicht als „Diaphyse“ bezeichnen.

Der Bau der spongiösen Substanz.

Als Elemente der spongiösen Substanz in den Knochen finden wir Röhren, Platten und Balken; durch Verbindung derselben entstehen Netze mit runden, rechteckigen oder polygonalen Maschen von verschiedener Weite. Es läßt sich an manchen Stellen eine regelmäßige Anordnung der Knochenbälkchen oder Knochenplatten erkennen; es treten Züge von Knochensubstanz auf, die in gleichen Abständen voneinander laufen und die gleiche Richtung einhalten; es entwickeln sich derartige deutliche Strukturen aus unregelmäßig angeordneter Spongiosa, wie Fig. 18 zeigt. Es sind hier einander parallele Balkensysteme vorhanden, die durch ein auf ihrer Richtung senkrecht stehendes



Fig. 18. Oberschenkel, distales Ende, Frontalschnitt, Züge der spongiösen Substanz.

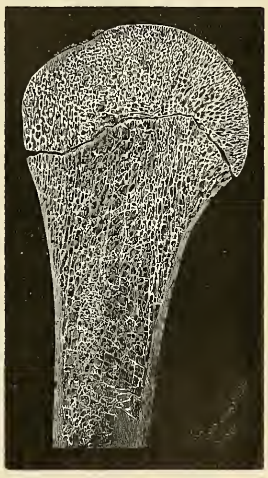


Fig. 19. Humerus, proximales Ende, Frontalschnitt.

System schwächerer Bälkchen verbunden werden. Nach der Diaphyse zu verlieren sich diese Balkenzüge in ein rundmaschiges Netz. Anders ist die Struktur im proximalen Ende des Humerus (Fig. 19). Es ist die Epiphyse von der Diaphyse noch getrennt; in jedem Stück ist die Spongiosa besonders geordnet. Regelmäßig ist die Struktur nur in der Diaphyse; zwei Balkenzüge, senkrecht auf der Epiphysen-

linie stehend, ziehen einander parallel auf die kompakte Rinde der Diaphyse hin; zwischen ihnen befindet sich ein aus feinen Balken gebildetes Netzwerk mit feinen, rundlichen Maschen. Komplizierter, aber in ihrer Bedeutung am besten erkannt ist die Anordnung der spongiösen Substanz am proximalen Ende des Femur (Fig. 20).

Im proximalen Ende der Diaphyse finden sich zwei Systeme von Balken: das eine geht aus der lateralen, das andere aus der medialen Wand der Markhöhle hervor, in der Achse des Femur kreuzen sie einander rechtwinklig und sind dann noch bis zur Rinde des Knochens zu verfolgen. Im Hals des Femur kommt außerdem ein besonderes System paralleler Balken zur Ansicht, das, aus der kompakten Substanz an der konkaven Seite des Halses ausstrahlend, in der Rinde des Femurkopfes sein Ende erreicht.

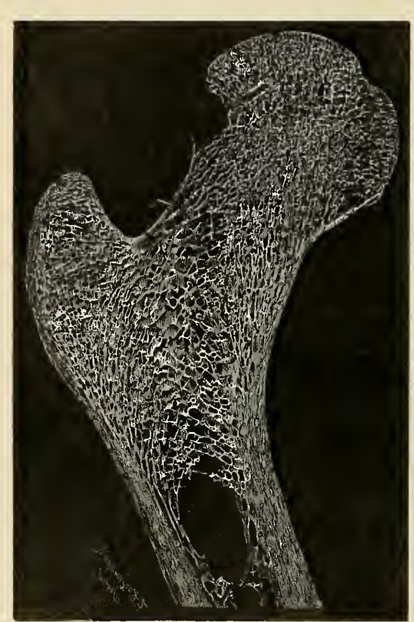


Fig. 20. Femur, Frontalschnitt, Bau der spongiösen Substanz.

Die Bedeutung dieser Struktur der spongiösen Substanz ist eine mechanische. Die Knochen haben die Aufgabe, die Weichteile zu stützen; sie müssen bei ruhiger Haltung das Gewicht der Weichteile tragen, werden bei den Bewegungen durch den Zug der Muskeln, sowie durch an ihnen aufgehängte Lasten bei den verschiedenen Arten der mechanischen Arbeit in mannigfacher Weise beansprucht. Wir können im Einzelfall einen bestimmten Skeletteil hinsichtlich seiner Beanspruchung ansehen wie einen Krahnbalken, der eine Last zu tragen hat. Das Material, aus dem ein solcher Balken besteht, wird bei Belastung in einer Richtung hin zusammengedrückt, in der darauf senkrechten Richtung auseinandergetrieben; es wird, wie man sich ausdrückt, gleichzeitig auf Zug und auf Druck beansprucht. Es tritt an bestimmten Stellen außerdem noch die „Abscheerung“ auf; die nebeneinander gelegenen Teile werden parallel der Achse des Balkens aneinander verschoben. Die Beanspruchung erfolgt in der Richtung bestimmter Kurven, der „Zug- und Drucklinien“, allgemein „Spannungstrajektorien“ genannt; es wird die Widerstandsfähigkeit des Balkens gegen Beanspruchung gesichert, wenn das Material in der Richtung der Spannungstrajek-

torien angebracht ist. Es ist also nicht erforderlich, daß der Balken ganz und gar solide sei; um Leistungen genügen zu können, dafür ist eine zweckmäßige Anordnung seiner Masse ausreichend.

Dieselbe Konstruktion, welche dem Balken gegeben werden muß, findet sich im Knochen verwirklicht. Die Balkenzüge der spongiösen Substanz liegen in der Richtung der Spannungstrajektorien, welche infolge der Beanspruchung im Knochen auftreten. Da, wo keine Beanspruchung auf Zug und Druck eintritt, fehlt das Knochengewebe. Es ist für den Femur der Nachweis geführt, daß die Verteilung des Knochengewebes ein Bild von der Lage der Spannungstrajektorien giebt, die in einem analog dem Femur geformten Krahnbalken auftreten, wenn der Balken belastet wird. In dem Abschnitt des Krahnbalkens, der der Diaphyse entspricht, liegen die Druck- und Zuglinien nur in der Peripherie und hier ganz dicht beisammen; demgemäß finden wir die Wand der Markhöhle aus kompakter Substanz aufgebaut und in der Markhöhle selbst kein Knochengewebe. In dem Endabschnitte des Balkens, der das proximale Femurende darstellt, verlaufen die Druck- und Zugkurven so, wie die spongiöse Substanz angeordnet ist. Es findet sich im Femur die Knochensubstanz nur da vor, wo sie mechanisch notwendig ist; an den anderen Stellen liegen die Weichteile, das Knochenmark mit seinen Gefäßen und Nerven.

Nun ist leicht einzusehen, daß die Beanspruchung eines und desselben Skeletteils eine quantitativ sehr wechselnde ist; beim Laufen, Springen, Lasttragen z. B. wird ein Femur viel stärker beansprucht, als beim ruhigen Stehen oder beim Gehen. Bei anderen Skeletteilen, besonders an der oberen Extremität, ist nicht nur die Größe, sondern auch die Richtung der Beanspruchungen variabel, weil die Stellung, die der belastete Knochen hat, jeden Augenblick wechseln kann. Die Struktur muß nun den möglichen Variationen der Beanspruchung gewachsen sein; besonders muß sie nicht auf mittlere, sondern auf maximale Beanspruchungen passen. Endlich kommt dazu, daß auch Weichteile, Sehnen und Bänder, die an Knochen befestigt sind, mit diesen im mechanischen Sinne ein Ganzes ausmachen und die Knochenstruktur vervollständigen. Im Einzelfall ist daher die Deutung einer bestimmten Struktur, die sich vorfindet, meist sehr schwierig.

Wir dürfen aber im allgemeinen als sichergestellt ansehen, daß die Anordnung der Substanz in einem jeden Knochen, der besondere Aufbau oder die Architektur desselben, im engsten Zusammenhang steht mit seiner Funktion. Wir können ferner an Knochennarben, die ursprünglich ganz und gar aus kompakter Knochensubstanz bestehen, verfolgen, wie sich allmählich eine bestimmte Struktur ausbildet, indem ein Teil der kompakten Substanz schwindet und nur bestimmte Züge von Knochengewebe erhalten bleiben. Das, was stehen bleibt, ist das beim Gebrauch beanspruchte Knochengewebe; was entbehrlich ist, schwindet, und an seine Stelle tritt das Knochenmark. Die Thatsache, daß nur funktionierende Gewebsteile erhalten bleiben, während die für die Leistung entbehrlichen schwinden, sucht man durch einen „trophischen Reiz der Funktion" zu erklären.

Wenn auch schon Holden und Humphry auf die regelmäßige Anordnung der Spongiosabälkchen aufmerksam geworden waren, so hat doch erst Hermann Meyer 1867 die mechanische Bedeutung der Strukturen erkannt. Culmann hat den genauen Nachweis geführt, daß die Züge der Spongiosa des Femur ganz und gar den Spannungs-

trajektorien eines belasteten, gleich geformten Balkens entsprechen, und JULIUS WOLFF hat unermüdlich die neue Erkenntnis weiterzuverbreiten sich angelegen sein lassen. Besonders ist ihm der Nachweis zu verdanken, daß in Knochennarben besondere Strukturen sich ausbilden; für einen Fall von Ankylose des Kniegelenks hat W. ROUX die neugebildete Struktur mechanisch verständlich gemacht.

Auch die kurzen Knochen zeigen eine bestimmte Anordnung der spongiösen Substanz; dieselbe füllt den Gesamtraum dieser Skeletteile aus, da denselben eine Markhöhle fehlt. Die kompakte Substanz ist bei den kurzen Knochen auf eine ganz dünne Rindenschicht beschränkt.

Die platten Knochen bestehen vorwiegend aus kompakter Substanz, die in Form von Tafeln angeordnet ist, welche der Oberfläche entsprechend verlaufen (Fig. 21). Bei den platten Schädelknochen z. B. bildet die kompakte Substanz eine äußere und eine innere Lage, die als „äußere Tafel" und als „Glastafel" bezeichnet werden; zwischen beide ist spongiöse Substanz eingeschoben, welche Diploë heißt. Auch beim Schulterblatt oder beim Hüftbein findet sich eine geringe Menge spongiöser Substanz zwischen zwei Lagen von kompakter eingeschlossen; wo der Knochen dünn ist, fehlt die spongiöse Substanz.

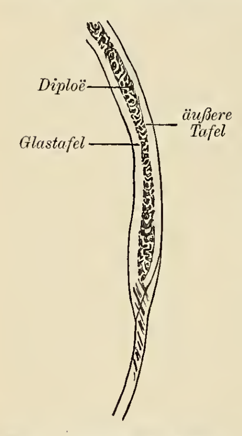


Fig. 21. Scheitelbein, Durchschnitt, Anordnung der Substanz in platten Knochen.

Ebenfalls kommt es, wenn der Knochen sich verdickt, zu einer Verdrängung der spongiösen Substanz; sie wird in kompakte Substanz umgewandelt, indem ihre Hohlräume durch Knochengewebe ausgefüllt werden.

Auf Schwinden der spongiösen Substanz ist das Hohlwerden solcher Knochen zurückzuführen, die dem Respirationsapparat anliegen und Höhlen bilden helfen, in die Anhänge des genannten Apparates hineinwachsen. Diese Anhänge wachsen in die Knochen hinein, welche die Nasenhöhle begrenzen, Oberkiefer, Siebbein, Stirnbein, Gaumenbein, Wespenbein; sie bringen die Substanz allmählich zum Schwinden und lassen vom Knochen nur die Rinde bestehen. Dann ist der Knochen hohl und von einem Anhang des Respirationstractus ausgekleidet. Während bei Säugern nur einige Knochen des Schädels und des Gesichts hohl werden, dringen bei den Vögeln von den Lungen ausgehende „Luftsäcke" in viele Skeletknochen hinein; derartige Knochen nennt man dann „pneumatische Knochen".

Den Angaben über die Verteilung der Knochensubstanz im einzelnen Knochen wollen wir einige Daten über die Festigkeit der Knochensubstanz beifügen. Nach den Versuchen von RAUBER ist die Druckfestigkeit (rückwirkende Festigkeit) größer als die absolute Festigkeit (Zugfestigkeit) des Knochens. Ein Stäbchen von 1 mm Durchmesser und 1 qmm Querschnittsfläche, aus kompakter Substanz geschnitten, hält einen Zug von 9—12 kg aus, ohne zu zerreißen;

dagegen gehören Belastungen zwischen 12 und 16 kg dazu, um einen Würfel kompakter Substanz von 1 qmm Seitenfläche zu zerdrücken. Ein Würfel von gleicher Größe, aus spongiöser Substanz geschnitten, kann 840—960 g tragen, ohne zerdrückt zu werden.

Diese Bestimmungen über die Festigkeit des Materials an sich geben aber noch keine Handhabe für die Beurteilung der Festigkeit ganzer Knochen; denn diese ist weniger vom Material als von dessen Anordnung abhängig. Der Aufgabe, die Festigkeit ganzer Knochen zu untersuchen, hat sich MESSERER unterzogen; er drückte die Knochen in der Richtung ihrer Längsachse zusammen und bestimmte die Gewichte, die zum Zerbrechen notwendig waren. Am festesten fand er T i b i a, F e m u r, H u m e r u s; die Tibia brach bei einer Belastung von 1650 kg, der Femur bei 756 kg, der Humerus bei 800 kg. Ein Wirbelkörper hielt für den Quadratcentimenter Oberfläche eine Belastung aus, die zwischen 22 und 92 kg schwankte.

Wurden in einer anderen Versuchsreihe die Knochen an den Enden derart unterstützt, daß das mittlere Drittel frei blieb und in der Mitte belastet, so brach der Schaft des Femur bei einer Belastung von 263—400 kg; die Tibia hielt, wenn die Last im sagittalen Durchmesser einwirkte, 240—500 kg aus, der Humerus 174—276 kg, der Radius 68—122 kg, die Clavicula 62—100 kg. Die höheren Belastungen hielten Knochen von Männern aus; die kleineren Zahlen gelten für weibliche Knochen.

Die Versuche von MESSERER sind an den frischen Knochen Erwachsener gemacht worden; wenn sie auch sich nicht direkt auf die Knochen Lebender übertragen lassen, so geben sie doch einen guten Ueberblick über die relative Widerstandsfähigkeit der einzelnen Knochen. Wird die Festigkeit des Femur und der Tibia bei Biegung gleich 17 gesetzt, so beträgt die des Humerus 12, der Ulna 6, des Radius 5, der Clavicula 4, der Fibula 2.

Im höheren Alter nimmt die Festigkeit der Knochen sowohl gegen Druck, der in Richtung der Längsachse wirkt, wie gegen Biegung bedeutend ab. Bei beiden Geschlechtern ist die Festigkeit der Knochen gleich; die weiblichen brechen nur deshalb leichter, weil sie weniger Masse haben.

F o r t s ä t z e d e r K n o c h e n. Die Formen der einzelnen Knochen lassen sich vielfach nicht genau beschreiben, weil ihre Gestalt durch Fortsätze kompliziert wird. Man versteht darunter flache Höcker (tubera), Leisten und Kämme (cristae), Stacheln (spinae) oder längere, prismatische oder auch rundliche Stäbe, wie die Dornfortsätze und die Querfortsätze der Wirbel sind. Gegenüber diesen Vorsprüngen finden sich auch Gruben der Oberfläche vor, besonders an platten Knochen, Furchen und Rinnen, öfters Abdrücke von Gefäßen oder von Muskelsehnen, die dem Knochen entlang laufen.

Ein Teil der Knochenfortsätze hat die Bedeutung von Skeletteilen, die selbständig angelegt sind und erst nachträglich mit benachbarten Stücken des Skelets zu einem Ganzen verschmelzen. Dahin gehört beim Menschen der Processus coracoideus des Schulterblattes, der bei niederen Formen als „Coracoid" selbständig ist, der Processus styloideus des Schläfenbeins, die vordere Spange der Querfortsätze bei den Halswirbeln, die eigentlich eine selbständige Rippe ist und andere. Ein anderer Teil der Knochenvorsprünge dagegen ist eine bloße Modellierung der Oberfläche und dient als Ansatzpunkt für

Sehnen oder für Bänder, oder stützt benachbarte Skeletteile. Ein Teil der größeren Knochenfortsätze erlangt dadurch eine gewisse Selbständigkeit, daß er von einem besonderen Punkte aus verknöchert und längere Zeit hindurch von dem Knochen, zu dem er gehört, durch eine Knorpelleiste getrennt bleibt, wie es eine Epiphyse thut. So verhalten sich z. B. die Tubercula des Humerus, die Trochanteren am Femur, die Bogen der Wirbel; man nennt dergleichen selbständig verknöchernde Fortsätze eines Knochens „Apophysen".

Die Knochenfortsätze bestehen, wie die Knochen selbst, aus kompakter Rinde und spongiöser Binnensubstanz. Die Rinde ist sehr stark bei den Dornfortsätzen der Wirbel, dünn dagegen an den Muskelfortsätzen der Extremitätenknochen. In diesen hat die Spongiosa eine ganz bestimmte Anordnung, deren mechanische Bedeutung indessen noch nicht analysiert worden ist.

Knorpel. Die Knorpelstücke, welche die Skeletteile vervollständigen, bestehen sämtlich aus hyalinem Knorpel. Beim ausgewachsenen Skelet bleiben knorplig die Gelenkflächen, und durch ihre Gestaltung wird die Funktion der Gelenke zum größten Teil bedingt. Wenn die Mächtigkeit des Gelenkknorpels im allgemeinen gering ist, so machen die Knorpelstücke eine Ausnahme, welche das ventrale Ende jeder Rippe darstellen und mit dem Sternum in Verbindung treten; diese behalten eine beträchtliche Länge. Mechanisch wichtig ist die zwar geringe, aber vollkommene Elasticität der knorpligen Bestandteile des Skelets. Sie wird beeinträchtigt oder geht ganz verloren durch Verkalkung der Grundsubstanz, die im höheren Alter den hyalinen Knorpel öfters betrifft.

Periost. Das Periost ist eine dünne, gefäß- und nervenreiche Haut, die einem jeden Knochen zukommt und ihn bis auf die knorpligen Enden einhüllt. Dasselbe legt sich der Oberfläche des Knochens überall genau an und bleibt, wenn man den Knochen aus den Weichteilen auslöst, am Knochen sitzen. Mit den umgebenden Teilen ist zwar das Periost auch im Zusammenhang, aber in keinem so festen, wie mit dem Knochen. Alles, was zum Knochen sich begiebt, Muskelsehnen, Bänder, Gelenkkapseln, Gefäße, Nerven, geht Verbindungen mit dem Periost ein, und durch Vermittelung des Periostes treten die angeführten Organe in Verbindung mit dem Knochen selbst. Darin liegt die große Bedeutung, die das Periost für die Ernährung des fertigen Knochens hat; für seine erste Bildung ist es noch wichtiger, da der Hauptteil des Knochens der Röhrenknochen und die platten Schädelknochen ganz und gar im Periost sich bilden.

Die Dicke des Periostes ist nicht nur für die einzelnen Knochen, sondern auch für die Regionen eines und desselben Knochens verschieden. Bei einem jungen Knochen, der noch wächst, ist das Periost dicker als später, wenn das Wachstum vollendet ist; bei den langen Röhrenknochen ist das Periost an den Epiphysen dicker als an der Diaphyse, sehr dünn wird das Periost an den Stellen, wo eine Muskelsehne an den Knochen herantritt, während es durch Bänder stark verdickt werden kann, wie z. B. an der ventralen und der dorsalen Fläche der Wirbelkörper.

Das Periost läßt sich als eine einheitliche Membran isolieren. Vom Knochen wird es durch Schaben abgelöst; schwierig ist die Trennung den Ansätzen und Ursprüngen der Muskeln entsprechend, leichter an den übrigen Abschnitten der Knochenoberfläche. Die Festigkeit des

isolierten Periostes ist beträchtlich, die Elasticität gering und unvollkommen. Es giebt aber Fälle, in denen einwirkende Gewalten den Knochen brechen, ohne das Periost zu zerreißen; dann werden die Bruchstücke durch das Periost zusammengehalten.

Bau des Periostes. Am vollkommensten entwickelt ist das Periost bei jungen, noch wachsenden Knochen. Von dem umgebenden Gewebe isoliert, zeigt es zwei Schichten; die äußere besteht aus verflochtenen Bindegewebsbündeln, die in verschiedenen Richtungen zur Längsachse des Knochens verlaufen und mit elastischen Fasernetzen untermischt sind. Die innere Schicht des Periostes enthält zwischen spärlichen, verstreuten Bindegewebsbündeln eine mehrfache Lage polygonaler Zellen, die der Knochensubstanz dicht anliegen und durchweg der Oberfläche des Knochens folgen. An einzelnen Stellen ist diese Zellenlage dünner oder fehlt auch ganz. Man nennt die Zellen „Osteoblasten" und die ganze Lage die „Osteoblastenschicht"; nach Vollendung des Wachstums wird sie sehr dünn und schwindet im Alter ganz. Ist Knochengewebe zerstört worden, so findet der Ersatz von seiten der Osteoblastenschicht statt; wird das Periost mitsamt der Osteoblastenschicht vom Knochen gelöst, so daß es nur an einem dünnen Stiel noch hängt, und zwischen die umgebenden Muskeln gelegt, so bildet es auch da Knochensubstanz. Es ist Ollier gelungen, ein Stückchen isolierten Periostes ganz zu entfernen und an eine andere Stelle zu verpflanzen, ohne daß es abstarb; es bildete auch am neuen Standorte Knochensubstanz. Die regenerative Kraft des jungen Periostes ist also sehr groß.

Ueberall treten aus dem Periost Bindegewebsbündel in den Knochen selbst hinein; ebenso dringen feinste Arterienzweige aus dem Gefäßnetz des Periostes in die Havers'schen Kanäle des Knochens, die an der Oberfläche sich öffnen, und feinste Venenzweige ergießen sich, aus den Knochenkanälchen austretend, in die Venen des Periostes. Die Gefäße sind von feinen Nervenzweigen begleitet. Durch die Bindegewebsbündel und die Gefäße wird das Periost mit dem Knochen verbunden; bei der Ablösung des Periostes müssen diese Verbindungen zerrissen werden.

Die Gefäße des Periostes sind so innig mit den Gefäßen des Knochens selbst verbunden, daß sie nur im Verein mit diesem geschildert werden können. Wir wollen deshalb hier diese Schilderung geben und stützen uns vor allem auf die genauen Untersuchungen von Carl Langer.

Die Gefäße in den Röhrenknochen verhalten sich anders als in den platten Knochen. Für die Röhrenknochen giebt es ein doppeltes Gefäßsystem; eines, das für das Mark bestimmt ist, und ein zweites, für Periost und knöcherne Wandung der Markhöhle. Beide Systeme stehen aber miteinander in Verbindung, und es kann das eine vom anderen aus gefüllt werden. Die Gefäßausbreitung für das Mark wird gefüllt von der Arteria nutritia des betreffenden Knochens, die bei größeren Knochen durch Präparation darstellbar ist und durch einen besonderen Kanal, den Canalis nutritius, in die Markhöhle eintritt; die Gefäßausbreitung für die Wand der Markhöhle kommt aus dem Gefäßnetz des Periostes.

1) Gefäße der Wandung der Markhöhle. In das Periost treten an den Enden des Knochens arterielle Zweige ein, die teils aus den Gelenknetzen, teils aus den Muskelzweigen stammen. Sie

teilen sich innerhalb des Periostes, und beide Teilungsäste umgreifen den Knochen wie ein herumgelegter Reifen. Diese Gefäßringe stehen in Verbindung durch Zweige, die der Längsachse des Knochens parallel laufen. Im Periost liegt also ein arterielles Gefäßnetz, das aus längslaufenden und ringförmigen Zweigen besteht. Jede Arterie ist von zwei Venen begleitet. Aus dem geschilderten arteriellen Netz treten überall feinste Zweige in die Knochenkanälchen, verästeln sich hier und anastomosieren mit den Aesten der benachbarten Gefäße. Dem System der HAVERS'schen Kanäle entspricht genau ein Netz feinster arterieller, anastomosierender Zweige in den Knochen.

2) Gefäße des Markes. Die Arteria nutritia verästelt sich erst im Mark, und aus den Endästen gehen die Kapillarnetze hervor; ein Teil der feinsten Arterien aber löst sich nicht in Kapillaren auf, sondern anastomosiert mit den feinen Arterienzweigen innerhalb der HAVERS'schen Kanäle.

Venen des Knochens. Die Knochenvenen entstehen aus den Kapillaren des Markes, sie treten in die HAVERS'schen Kanäle ein, begleiten die Arterien in doppelter Anzahl und entleeren sich in die Venen des Periostes.

Eine andere Abteilung der Venen folgt der Arteria nutritia, bildet im Canalis nutritius ein die Arterie umspinnendes Geflecht und entleert sich schließlich in eine größere Vene der Umgebung. So wie also das arterielle Netz im Knochen von zwei Seiten her Zuflüsse bekommt, so entleert es sich auch nach zwei Seiten hin.

Anders verhalten sich die Gefäße in den platten Knochen des Schädeldaches. Diese Knochen bilden sich direkt in der weichen Kapsel des Gehirns; dieselbe ist, bevor der Knochen erscheint, bereits mit einem zusammenhängenden Gefäßnetz versehen, und die Einheitlichkeit dieses Netzes wird durch die Knochenbildung nicht beeinträchtigt. Die Gefäße der einzelnen Knochen hängen miteinander zusammen. Die HAVERS'schen Kanäle der Knochentafeln und die größeren Hohlräume der Diploë sind sehr reich an Gefäßen; die Arterienzweige kommen aus der harten Hirnhaut, werden von Venen in einfacher oder doppelter Zahl begleitet und münden direkt, ohne Vermittelung von Kapillaren, in feinste Venenzweige ein. Andere Arterien gehen zu den Hohlräumen der Diploë und zu den Läppchen des Markes, die dort liegen. Innerhalb der Läppchen verästeln sie sich und treten mit den Anfängen der Venen in Verbindung. Die Venen der Markläppchen treten zusammen zu einem Netz, dem „diploëtischen Venennetz“; das Blut wird aus diesem durch größere Venen abgeleitet, die in leicht darstellbaren Knochenkanälen liegen und BRESCHET'sche Venen genannt werden. Diese Venen leiten das Blut entweder in die Sinus der harten Hirnhaut oder in die Venen ab, die im Integument des Schädels liegen.

Die langen wie die platten Knochen sind also reich an feinen Blutgefäßen, aber arm an Kapillaren; und vielfach stehen die feinsten Arterienzweige direkt mit den feinsten Venen in Verbindung.

Die Lymphbahnen der Knochen werden, soweit bekannt ist, durch perivaskuläre, von Epithel ausgekleidete Räume dargestellt, welche die Gefäße innerhalb der HAVERS'schen Kanäle umgeben. Ihren Zufluß erhalten sie aus dem System der Knochenlücken (Knochenkörperchen); sie stehen in Verbindung 1) mit einem perimyelären Raum, der das Mark der Röhrenknochen umgiebt und mit Epithel

ausgekleidet ist; 2) mit subperiostalen Spalträumen, die gleichfalls ein Epithel besitzen. Von diesen Räumen aus lassen sich durch Injektion wirkliche Lymphgefäße füllen, die dem Periost außen aufliegen.

Die Nerven der Knochen sind zahlreich, sowohl im Periost als auch im Mark. Soweit sich ihre näheren Beziehungen nachweisen lassen, sind sie für die Gefäße bestimmt; sensible Zweige mit Endapparaten wurden bis jetzt im Knochen nicht gesehen.

Litteratur.

H. Meyer, *Die Architektur der Spongiosa*, *Reichert's Archiv* 1867; *Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes*, *Leipzig* 1873.

J. Wolff, *Ueber die innere Architektur der Knochen und ihre Bedeutung für die Frage vom Knochenwachstum*, *Virchow's Archiv* 50. *Bd.*

W. Roux, *Beiträge zur Morphologie der funktionellen Anpassung*, *Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1885.

Zschokke, *Weitere Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung zur Statik und Mechanik des Vertebratenskelets*, *Zürich* 1892.

Rauber, *Elasticität und Festigkeit der Knochen*, *Leipzig* 1876.

Messerer, *Ueber Elasticität und Festigkeit der menschlichen Knochen*, *Stuttgart* 1880.

Ollier, *Traité expérimentale sur la régénération des os*, *Paris* 1867.

Langer, *Ueber die Gefäfse der Röhrenknochen*, *Wiener Denkschriften* 36. *Bd.*

Schwalbe, *Ueber die Lymphwege der Knochen*, *Zeitschr. f. Anat. und Entwickelungsgesch.* 2. *Bd.* 1877.

II. Entwickelung des Skelets.

Das Skelet legt sich innerhalb der Leibeswand an; sowohl das Integument, als die unter demselben liegende Muskelschicht lassen Skeletteile entstehen. Der Herkunft nach trennen wir das im Integument entstandene Hautskelet von dem inneren Skelet, welches sich innerhalb der Muskelschicht bildet; dieses innere Skelet ist im Bereich des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten entwickelt. Es ist im ersten Abschnitt ausgeführt, daß die Muskelschicht der Leibeswand aus Segmenten besteht und daß die Segmente durch die Muskelsepten von einander getrennt werden; innerhalb der Muskelsepten bilden sich Skeletteile aus. Die Muskelsepten selbst werden von den Anlagen der Muskulatur, den Urwirbeln, gebildet; sie hängen zusammen mit einer weichen Hülle, die die Chorda dorsalis umgiebt und „skeletogene Schicht" genannt wird, und auch innerhalb dieser Schicht kommt es zur Bildung von Skeletteilen, die sich mit denen innerhalb der Muskelsepten in Verbindung setzen.

Wir wollen das Auftreten des Skelets schrittweise verfolgen.

Wenn die Anlage des Embryo dreiblätterig geworden ist, tritt im mittleren Keimblatt, ventral vom Nervenrohr, ein solide erscheinender cylindrischer Stab auf, die Chorda dorsalis (vgl. Figg. 1, 4, 5, S. 4, 8). Die Chorda erstreckt sich vom cranialen bis zum caudalen Ende der Embryonalanlage und erscheint als die Achse derselben. Betrachten wir einen jungen Embryo eines Vogels oder eines Säugetieres von der dorsalen Fläche her, so sehen wir jederseits neben der Chorda eine Reihe von würfelförmigen Gebilden liegen; die Reihe beginnt cranial ungefähr der Grenze zwischen Hirnanlage und Rückenmark entsprechend und reicht bis zum Schwanzende hin. Es ist das die Reihe der Urwirbel. Die Urwirbel sind die

ersten Segmente, die in der Leibeswand auftreten; sie liegen, wie Querschnitte lehren, im mittleren Keimblatt. Aus jedem Urwirbel geht ein Muskelsegment hervor; außerdem aber bilden sich von den Urwirbeln aus auch die Muskelsepten und die skeletogene Schicht um die Chorda herum.

Die mediale Fläche eines jeden Urwirbels grenzt an das Nervenrohr und an die Chorda (vgl. Fig. 5 S. 8); aus dieser Fläche wandern Zellen aus, die sich aus dem Verband des Urwirbels lösen und legen sich auf die Außenfläche des Nervenrohres und der Chorda auf. Aus diesen Zellen bildet sich eine häutige, weiche Hülle für die genannten Organe, die keine Segmentierung mehr erkennen läßt.

Gleichzeitig wandern aus den Urwirbeln auch an der cranialen und der caudalen Fläche Zellen aus und füllen die Spalten, die zwischen den Urwirbeln sich finden. Diese Zellen erscheinen auf Flächenschnitten des Keimes wie Stränge, die die Urwirbel voneinander trennen und mit der Hülle des Nervenrohres und der Chorda dorsalis in Verbindung stehen (Fig. 22 Muskelseptum).

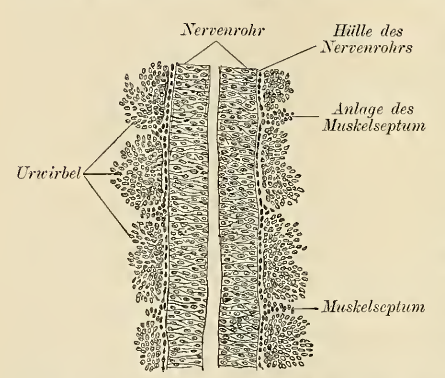


Fig. 22. Entenembryo vom 2. Tage; Flächenschnitt des Keimes. Nervenrohr, Hülle desselben und von dieser ausstrahlende Muskelsepta.

Es sind diese Zellstränge die Anlagen der Muskelsepta; sie entstehen auf dieselbe Weise, wie die skeletogene Chordascheide und treten sofort mit dieser in Verbindung.

Wenn sich nun aus jedem Urwirbel ein Muskelsegment bildet, wird es vom nächstfolgenden wie vom vorhergehenden durch eine Platte, das Muskelseptum, getrennt; dieses Stadium haben wir in der Einleitung beschrieben und abgebildet.

Bis zu diesem Stadinm ist die Anlage des Skelets eine rein häutige; sie ist durch Chorda, Chordascheide und Muskelsepten repräsentiert.

Dann treten umschriebene, spangenartige, rasch verknorpelnde Teile innerhalb der weichen Skeletanlage auf; das sind die ersten Organe des Skeletsystems.

Dieselben liegen zwischen Muskelsegmenten und Rückenmark, lateralwärts von der Hülle, die dasselbe umgiebt, und alternieren mit den Spinalganglien (Fig. 23). Sie stellen eine Verdickung im medialen Rande eines jeden Muskelseptum vor und gleichen Spangen, die mit ihren Basen der Chorda aufgesetzt sind, während die Spitzen dorsalwärts schauen und die Konkavität dem Rückenmark zugewandt ist. Anfänglich ist jede Spange weich und nur durch besonders dichtstehende Zellen erkennbar; sehr bald aber wird sie knorpelig. Sie

heißt dann „dorsale Bogenanlage"; und es verstärken die paarigen Anlagen der dorsalen Bogen, in gleichen Abständen voneinander liegend, die Wand des Nervenrohrs. Kurz nach ihrem ersten Auftreten vereinigen sich zwei gegenüberliegende Bogenanlagen miteinander, ventralwärts von der Chorda, durch die „hypochordale Spange".

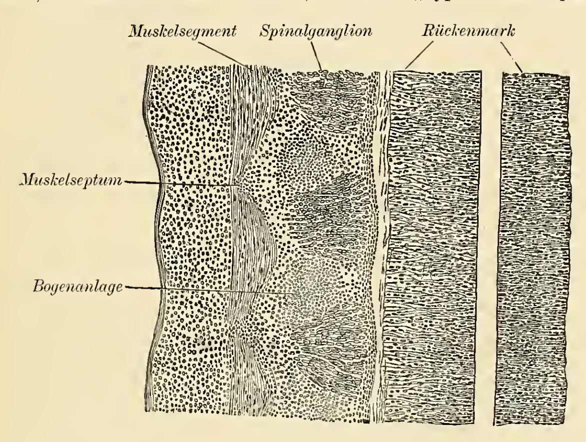


Fig. 23. Entenembryo vom 6. Tage. Frontalschnitt. Erste Anlage der dorsalen Bogen.

Lateral von den Anlagen der dorsalen Bogen bildet sich in einer bestimmten Reihe von Muskelsepten eine zweite Knorpelspange aus, die sich zwischen die Muskelsegmente einschiebt. Es sind das die Anlagen der Rippen; diese entstehen unabhängig von der Anlage der dorsalen Bogen und nähern sich erst im Laufe des Wachstums den Bogenanlagen bis zur Berührung.

Innerhalb der skeletogenen Chordascheide, caudalwärts von jeder hypochordalen Spange, entsteht ein Knorpelstück, das die Chorda umwächst; dieses ist die Anlage des Wirbelkörpers. Mit dieser Anlage vereinigen sich die paarigen Bogenstücke und erscheinen dann als Auswüchse des Wirbelkörpers. Auch die Rippen wachsen bis an die Wirbelkörper heran und scheinen dann von diesen aus gebildet zu sein. Aus Wirbelkörpern und Rippen besteht der Hauptsache nach das Skelet des Stammes; und dieses liegt innerhalb der Chordascheide und der mit dieser verbundenen Muskelsepta.

Jeder Wirbelkörper wird von dem vorhergehenden wie von dem folgenden durch einen Ring weich bleibenden Gewebes getrennt, das ein Stück der Chordascheide darstellt; es liegt bei Säugern und Vögeln cranialwärts von der Bogenanlage in der Fortsetzung des Muskelseptum, entspricht also dem Zwischenraume zwischen zwei Muskelsegmenten. Der Wirbelkörper liegt der Mitte des Muskelsegments gegenüber.

Das Skelet der Extremitäten hat in seiner ersten Anlage

keinen Zusammenhang mit dem Skelet des Stammes; hingegen ist die Anlage des Extremitätenskelets eine ursprünglich einheitliche, die sich im Laufe weiterer Entwickelung erst in Gürtel und Extremitätenskelet sondert.

Jede Extremität ist der Anlage nach ein stummelförmiger Anhang der Leibeswand; wie Untersuchungen an Selachiern gelehrt haben, beteiligt sich an der Bildung dieses Anhangs eine Reihe von Segmenten. Aus jedem Segment wächst eine Sprosse in die Extremität hinein, bestehend aus Muskulatur, Nerven, Gefäßen und Bindegewebsanlage. Die Muskelsprossen der Extremität trennen sich von den Muskelsegmenten des Stammes vollständig; es legt sich zwischen beide eine Bindegewebsplatte, und in dieser bildet sich eine Knorpelmasse aus, die Anlage des Extremitätengürtels. Von dieser aus entwickelt sich ein Knorpelstreifen, wächst, der Achse der Extremität entsprechend, in deren Anlage hinein und liefert die knorpeligen Stücke des Skelets der eigentlichen Extremität.

Kopfskelet. Im Bereiche des Kopfes kommt es wohl zur Ausbildung einer skeletogenen Schicht um die Chorda herum, aber die Muskelsepten treten ganz zurück, weil die Muskelanlagen nur in dem caudalen Abschnitt des Kopfes auftreten und hier sich ziemlich rasch zurückbilden. Infolgedessen ist das Skelet am Kopfe nicht in der Weise segmentiert wie am Rumpfe; es ist vielmehr durch eine zusammenhängende Knorpelmasse vertreten, die das craniale Ende der Chorda umhüllt und eine Kapsel für das Gehirn formiert. Mit der Hirnkapsel treten in Berührung knorpelige Kapseln um die aus dem Integument entstandenen Nasengruben und die Ohrgruben; sie erscheinen als Teile der Hirnkapsel selbst. Ferner gehören zum Kopfskelet eine Reihe von Knorpelspangen, die die embryonalen Kiemenbogen stützen und in der Wand des vordersten Abschnittes des Darmes liegen. Sie heißen „Visceralbogen“ und bilden sich im Laufe der Entwickelung des Individuums besonders bei den höheren Wirbeltieren bedeutend um, wobei die caudalen entweder ganz verschwinden oder wenigstens ihre Verbindung mit der Hirnkapsel verlieren. Beim Menschen gehen aus den Visceralbogen die Gehörknöchelchen und das Zungenbein hervor; der Unterkiefer entwickelt sich in unmittelbarer Nachbarschaft des ersten (cranialen) Visceralbogens.

Außerdem haben wir am Kopfe eine Anzahl von Skeletteilen, die im Integument entstanden sind; die Hautknochen sind beim Menschen wie bei den höheren Säugern auf die Region „Kopf“ beschränkt. Sie bilden die gewölbten Partien der Gehirnkapsel, das Schädeldach, und fast alle Knochen des Gesichts; die Stirnbeine, Scheitelbeine, Schuppen der Schläfenbeine und des Hinterhauptbeines, die Jochbeine, Gaumenbeine, Thränenbeine, Nasenbeine, Oberkiefer, Muschelbeine, Vomer und zum größten Teil der Unterkiefer entstehen im Integument durch direkte Knochenbildung in weicher Grundlage. Die Conchae sphenoidales bilden sich innerhalb der Nasenschleimhaut und lagern sich der Schädelbasis auf. Die Hautknochen verbinden sich nicht nur untereinander, sondern auch mit den aus knorpeliger Grundlage hervorgegangenen Knochen des Schädels; ihre Herkunft kann daher nur durch Untersuchung ihrer Entwickelung klargestellt werden.

Eigentümlich umgebildete Organe des Hautskelets am Kopfe

sind die Zähne; ihre Beschreibung wird aber nicht beim Skelet, sondern beim Verdauungsapparat gegeben.

Die Organe des Skeletsystems treten also innerhalb weicher Grundlage auf, die die Chorda einhüllt und zwischen die Muskelsegmente in Form von Blättern sich einschiebt; sie erscheinen als bestimmt geformte Knorpelstücke, die teils selbständig bleiben, wie die Rippen, teils in mehrere Stücke zerfallen, wie die Knorpel in den Anlagen der Extremitäten, teils endlich, wie die Bogen und die Wirbelkörper, zu größeren Stücken zusammentreten. Die Knorpelstücke werden von weich gebliebenen Partien der Membranen eingehüllt, in denen sie entstanden sind, und auch untereinander verbunden; sie wachsen und prägen dabei ihre Form schärfer aus. Wo aus einem Knorpelstück durch Zerfall mehrere werden, wie das z. B. in der Anlage der Extremitäten geschieht, werden die trennenden Spalten zu Gelenkhöhlen umgebildet; die die Spalte begrenzenden Knorpelflächen bekommen eine bestimmte Form und werden allseitig abgeschlossen durch die weiche Hülle, das Perichondrium, das den Knorpel außen umgiebt. Dadurch wird das Perichondrium zur Gelenkkapsel.

Das Knorpelskelet ist nur für niedere Formen ein dauerndes: bei den höheren besteht es vorübergehend und wird durch ein knöchernes Skelet ersetzt.

Ein jedes Skeletstück beginnt zu verknöchern, wenn es mit einem bestimmten Alter eine gewisse Entwickelungsstufe erreicht hat. Die Verknöcherung beginnt von bestimmten Punkten innerhalb der Knorpelanlage aus, die Ossifikationspunkte heißen und einfach oder mehrfach auftreten. Schon früher wurde erwähnt (S. 20), daß bei den größeren Skeletteilen in den Extremitäten, dem knorpligen Humerus z. B., drei Ossifikationspunkte auftreten; zuerst findet man einen Verknöcherungspunkt in der Mitte des Knorpels, später je einen im proximalen und im distalen Ende. Kleinere Knorpelstücke, wie die Anlagen der Mittelhand- und Mittelfußknochen, sowie der Phalangen besitzen in der Regel nur zwei Knochenkerne; einen in der Mitte und einen im distalen Ende, dem Köpfchen (Mittelhandknochen) oder im proximalen Ende (Phalangen). Auch bei kurzen Knochen, z. B. den Wirbelkörpern, verknöchert die knorplige Anlage von drei Punkten aus; der eine liegt in der Mitte, einer im cranialen, ein anderer im caudalen Ende. Bei anderen kurzen Knochen, z. B. denen der Hand- und der Fußwurzel, ist meistens nur ein einziger Knochenkern vorhanden.

Die großen platten Knochen im Gürtel der Extremitäten besitzen mehr als drei Verknöcherungspunkte; das Gleiche gilt von der Anlage des Sternum.

Die Apophysen der langen Knochen haben immer eigene Knochenkerne.

Es ist also die Regel, daß für jedes knorplige Skeletstück eine bestimmte Anzahl von Verknöcherungspunkten vorhanden ist, und daß die einzelnen Knochenkerne zu bestimmter Zeit und in bestimmter Reihenfolge auftreten.

Die Größe des Bezirks, der von einem Kern aus verknöchert, ist in jedem Knorpelstück eine gegebene. Die Hauptmasse der langen Knochen wird von dem mittleren Knochenkern aus gebildet; es behauptet dieses Mittelstück, die Diaphyse, den kleineren end-

ständigen Verknöcherungsgebieten, den Epiphysen, gegenüber den Vorrang und verknöchert zuerst. Die knorpligen Epiphysen mit kleinen Knochenkernen sitzen dann der ganz knöchernen Diaphyse auf.

Bei den platten Knochen sind die Verknöcherungsgebiete der einzelnen Knochenkerne ebenfalls von verschiedener Größe.

Es werden nun die Verknöcherungsgebiete zweier benachbarter Kerne in derselben Skeletanlage durch eine Knorpelleiste voneinander getrennt, solange das Wachstum des betreffenden Knochens noch nicht beendet ist. Dieses Grenzgebiet zweier Knochenkerne ist der noch nicht durch Knochen verdrängte Rest der ursprünglichen Knorpelmasse; an den langen Knochen heißt es „Epiphysenlinie" (Fig. 24). Dieselbe erhält sich Jahrelang in gleicher Dicke; der Knorpel wächst in die Dicke, und von beiden Seiten her wird so viel Knorpel, als neu gebildet ist, durch Knochensubstanz ersetzt. Das Resultat davon ist eine Längenzunahme des Knochens. Schreitet die Verknöcherung rascher vor als die Neubildung von Knorpel, so verknöchert die Epiphysenlinie, und damit ist dann das Knochenwachstum abgeschlossen.

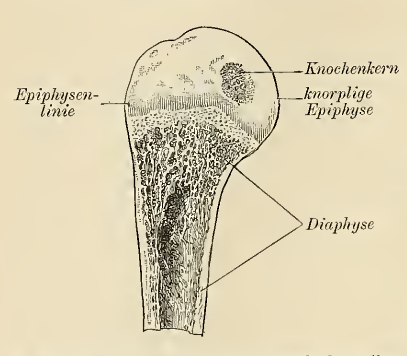


Fig. 24. Mensch, Humerus. Die proximale, knorplige Epiphyse, einen kleinen Knochenkern umschließend, sitzt der knöchernen Epiphyse auf.

Schon bevor die Knochenkerne in den knorpligen Skeletanlagen sichtbar werden, hat sich bei vielen derselben vom Perichondrium aus eine Knochenlage gebildet, die den Knorpel wie eine Scheide umfaßt und von seiten des Perichondrium durch Auflagerung neuer Knochensubstanz verdickt wird. Dieser Knochen wird „perichondraler Knochen" genannt, im Gegensatz zu dem innerhalb des Knorpels gebildeten „enchondralen" Knochen. Es dehnt sich der perichondrale Knochen über das Gebiet der Diaphyse aus und ist vom enchondralen Knochen durch eine deutliche Linie getrennt. Erst wenn der Knorpel der Diaphyse ganz und gar verknöchert ist, tritt der enchondrale Knochen mit dem perichondralen in Verbindung. Die Epiphysen verknöchern nur enchondral.

Neuere Litteratur über Entwickelung des Skelets.

Kölliker, *Entwickelungsgeschichte* 2. *Aufl.* 1879.

O. Hertwig, *Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle, Arch. f. mikr. Anat.* 11. *Bd. Supplement* 1874.

Dohrn, *Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers, VI., Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel* 5. *Bd.* 1884.

A. Froriep, *Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas u. Epistropheus und der Occipitalregion I., Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1883; *II. ebendas.* 1886.

Rabl, *Theorie des Mesoderms I., Morphol. Jahrbuch* 15. *Bd.* 1889; *II. ebendas.* 19. *Bd.* 1891.

A. Froriep, *Entwickelungsgeschichte des Kopfes, Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgeg. von Merkel u. Bonnet,* 1. *Bd.* 1892.
Mollier, *Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere, Anatom. Hefte* 3. *Bd.* 1893.
O. Hertwig, *Entwickelungsgeschichte* 4. *Aufl* 1893.
Wiedersheim, *Das Gliedmafsenskelet der Wirbeltiere,* 1892.
In den aufgeführten Werken ist ein ausführliches Verzeichnis der einschlägigen Litteratur enthalten.

III. Das Wachstum der Knochen.

Es ist bekannt, daß die Knochen von Embryonen und ganz jungen Individuen schon diejenige Form aufweisen, die sie im erwachsenen Zustande besitzen, und daß die Formunterschiede, die bei einzelnen Knochen sich finden, zurücktreten gegenüber der Aehnlichkeit in den hauptsächlichen Verhältnissen. Besonders gilt dies für die langen Röhrenknochen der Extremitäten, die bei den jüngsten Individuen wie verkleinerte Kopien der ausgewachsenen Knochen erscheinen.

Die Starrheit des Materials, aus dem die Skeletteile gebildet sind, erlaubt es uns, sämtliche Stadien zu konservieren, die während des Wachstums von einem einzelnen Knochen durchlaufen werden, und sie schließt besonders Formänderungen durch Schrumpfung aus, wie sie bei Weichteilen infolge der Erhärtung so leicht entstehen.

Bei der vergleichenden Betrachtung der einzelnen Wachstumsstadien kann im einzelnen Fall das absolute Maß des Wachstums an Länge und Dicke durch Messung für den einzelnen Knochen direkt festgestellt werden; aber die Art, auf welche das Wachstum geschieht, läßt sich nur ermitteln auf dem Wege des Versuchs. Ebenfalls unterliegt dem Versuch die Feststellung der Bedingungen, von denen das Knochenwachstum abhängig ist.

Von vornherein betrachtet, kann die Art des Wachstums für die Knochen eine doppelte sein. Entweder wächst der Knochen interstitiell (expansiv) durch gleichmäßige Einlagerung neuer Moleküle zwischen die bereits vorhandenen, oder aber er wächst appositionell, durch einfache Anlagerung des neu hinzukommenden Materials an das bereits vorhandene. Auf jede Weise kann eine Zunahme der Länge und Dicke, unter Beibehaltung der Form, erreicht werden.

Eine Entscheidung darüber, ob der Knochen interstitiell oder ob er appositionell wächst, ist durch verschiedene Versuchsanordnungen möglich; 1) man markiert bestimmte Punkte eines wachsenden Knochens und ermittelt, ob während der Zunahme an Länge die Marken ihren Abstand vergrößern oder nicht; 2) man färbt die während einer bestimmten Zeitdauer abgelagerte Knochensubstanz durch Krapp (rubia tinctorum; garance; madder root). Ferner kann man indrekt die Art des Wachstums klarzulegen suchen durch histologische Untersuchung wachsender Knochen. Nach den genannten Gesichtspunkten ist vielfältig die Untersuchung des Knochenwachstums unternommen worden; entscheidende Resultate kann unseres Erachtens nur der Versuch geben, und es liegen so viel übereinstimmende Resultae tüchtiger Beobachter vor, daß die Frage nach der Art des Knochenwachstums als gelöst erscheint. Die Darstellung der angestellten Versuche soll die Belege dafür bringen.

I. Versuche über das Längenwachstum der Knochen.

Das Längenwachstum kann experimentell am leichtesten an Knochen untersucht werden, deren Vergrößerung eine beträchtliche ist; das sind die langen Röhrenknochen der Extremitäten und die platten Knochen des Schädels und des Gesichts. Die Versuchstiere müssen mit Rücksicht darauf ausgewählt werden, daß sie in kurzer Zeit erheblich wachsen, und daß sie die operativen Eingriffe überstehen, die bei der Anbringung der Marken nötig sind. Auch muß die Wundheilung glatt von statten gehen.

Wendet man die Markiermethode an, so muß beachtet werden: 1) daß die Marken festsitzen; 2) daß sie leicht auffindbar sind; 3) daß sie eine genaue Messung ihres Abstandes erlauben; 4) daß sie keinerlei Zugwirkungen von seiten der Weichteile ausgesetzt sind. Nur Versuche, die diesen Anforderungen Rechnung tragen, sind verwertbar.

a) Das Längenwachstum der Röhrenknochen.

Der Erste, der das Längenwachstum eines Röhrenknochens durch Anbringen von Marken untersuchte, war Duhamel (1 des angefügten Litteraturverzeichnisses). In die Tibia eines jungen Hundes wurden 3 Löcher gebohrt, deren jedes vom anderen 6 Linien entfernt war. Der Abstand des proximalen Bohrloches vom Kniegelenk und des distalen Bohrloches vom Fußgelenk betrug gleichfalls je 6 Linien. In jedes Loch wurde ein Draht eingeführt und zum Ringe zusammengeknotet, so daß 3 Drahtringe in Abständen von je 6 Linien durch die Tibia gelegt waren. Es hatte nämlich Duhamel erkannt, daß eine Ausfüllung von Bohrlöchern notwendig sei, weil unausgefüllte binnen kurzer Zeit sich durch Knochensubstanz schlossen und dann nicht mehr aufzufinden waren (s. V. Mémoire). Nach 7 Wochen wurde der Hund getötet. Die in den Bohrlöchern steckenden Ringe hatten ihren Abstand voneinander nicht geändert, wohl aber waren der proximale und der distale Ring von den Enden des Knochens weiter entfernt. Der Abstand des distalen Ringes vom Fußgelenk betrug jetzt 9 Linien; der des proximalen Ringes vom Kniegelenk war auf 15 Linien gewachsen. Die Tibia hatte sich nur an den Enden verlängert, um 3 Linien am distalen, um 9 Linien am proximalen; ein interstitielles Wachstum der Diaphyse hatte nicht stattgefunden, da die Ringe den gleichen Abstand zeigten wie zu Beginn des Versuches.

Aehnliche Versuche hat John Hunter (4) an der Tibia von Schweinen angestellt; als Marken benutzte er Schrotkörner, die er in Bohrlöcher des Knochens einbrachte. Es blieb der Abstand der Marken innerhalb der Diaphyse stets der gleiche, auch wenn die Tibia an Gesamtlänge sehr gewonnen hatte.

In erschöpfender Weise hat P. Flourens das Knochenwachstum experimentell untersucht (6); seine Versuche wurden an Säugetieren und an Vögeln angestellt und von jeder Klasse verschiedene Arten herangezogen. Flourens hat erkannt, daß das Längenwachstum der Röhrenknochen hauptsächlich auf Rechnung der Diaphyse kommt und daß diese sich durch Anlagerung neuen Materials von den Epiphysenknorpeln her verlängert. Diese Thatsache erläutert der in Fig. 25 dargestellte Versuch an der Tibia des Kaninchens.

In die Tibia wurden bei 5 Kaninchen vom selben Wurf je 4 Bohrlöcher gemacht und mit Silberstiften ausgefüllt. Stift 1 und Stift 4 steckten in der proximalen und in der distalen Epiphyse, Stift 2 und Stift 3 befanden sich in der Diaphyse (Fig. 25). Die Stifte ragten etwas über die Oberfläche des Knochens hervor. Zu Beginn des Versuchs betrug der Abstand der Stifte 2 und 3 voneinander 30 mm; und dieser Abstand blieb bei allen Versuchstieren, die im Laufe von 5 Monaten nacheinander getötet und untersucht wurden, genau der gleiche; es ist dies in Fig. 25 für 3 von den Exemplaren dargestellt.

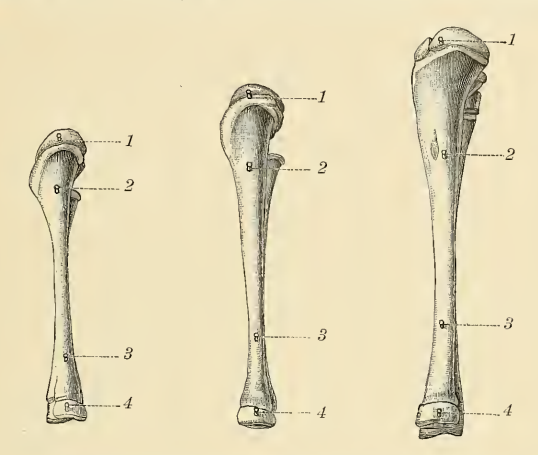


Fig. 25. Stiftversuch über das Längenwachstum der Röhrenknochen. Kopie nach FLOURENS, Taf. VII, Fig. 1—3.

Der Abstand des Stiftes 1 von Stift 2 und des Stiftes 3 von Stift 4 war zu Beginn des Versuchs je 4 mm; der Abstand des Stiftes 1 von Stift 4 war demnach anfänglich 38 mm. Nach 3 Monaten betrug dieser Abstand 65 mm, nach 4 Monaten 81 mm; aber die gesamte Zunahme kommt auf Vergrößerung der Abstände zwischen Stift 1 und Stift 2, sowie zwischen Stift 3 und Stift 4. Die erstere Entfernung war nach 3 Monaten 20 mm (Zunahme 16 mm), nach 5 Monaten 28 mm (+ 24 mm); die Entfernung zwischen Stift 3 und Stift 4 betrug nach 3 Monaten 15 mm (+ 11 mm), nach 5 Monaten 23 mm (+ 19 mm). Die in Fig. 25 dargestellten Tibiae illustrieren das Versuchsresultat für 3 Stadien.

Bemerkenswert ist der Umstand, daß die Masse der neu angelagerten Substanz für jede Epiphyse ungleich groß ist, und daß an der proximalen Epiphyse beträchtlich mehr angelagert ist als an der distalen. Es hat sich herausgestellt, daß dieses nicht nur für die Tibia gilt, sondern bei jedem Röhrenknochen zutrifft; besonders HUMPHRY[9] hat diesen Satz erwiesen.

Noch eine andere wichtige Thatsache wurde durch die Versuche von FLOURENS bekannt; die Stifte, die zu Beginn der Versuchsperiode

dicht neben Vorsprüngen der Diaphyse gelegen waren, rückten im Laufe der Versuchszeit von diesen Vorsprüngen ab; die Vorsprünge behielten ihre endständige Lage an der vergrößerten Tibia bei und entfernten sich von den Stiften. Diese Thatsache ist nur dadurch verständlich, daß an das der Epiphyse zugekehrte Ende eines derartigen Knochenvorsprunges neues Material angelagert wird, während am entgegengesetzten Ende eine Resorption von Knochensubstanz stattfindet. Es gehen mit dem appositionellen Wachstum Hand in Hand modellierende Vorgänge an der Oberfläche des Knochens; wir werden darüber weiter unten berichten.

Von J. Wolff ist der Versuch unternommen worden, die Versuche von Flourens als fehlerhaft und die aus ihnen abgeleitete Theorie vom appositionellen Knochenwachstum als irrig hinzustellen ([12, 33, 34, 35]); es ist daher notwendig, auf die Versuche von Wolff näher einzugehen.

Wolff verwendete als Marken nicht gerade Stifte, sondern rechtwinklig umgebogene Drahtstücke, die er derart in Bohrlöcher des Knochens brachte, daß der umgebogene Schenkel dem Knochen auflag. Dadurch wurde derselbe natürlich dem Zuge von seiten des Periostes ausgesetzt, was als Fehlerquelle in Betracht kommt. Dementsprechend weicheu die Resultate der Versuche von Wolff etwas von denen von Flourens ab; sie stimmen auch unter sich nicht überein, was bei unexaktem Verfahren vorkommt. Die Tibia eines Kaninchens, in deren Diaphyse zwei rechtwinklig umgebogene Häkchen aus Draht in Entfernung von 15,5 mm voneinander eingebracht waren, verlängerte sich von 39,5 mm auf 65 mm, wuchs also um 25,5 mm; die Entfernung der beiden Marken nahm um 1 mm zu! Das widerspricht nicht den Resultaten von Flourens, sondern beruht auf der fehlerhaften Form der Marken und ist Resultat der Zugwirkung des Periostes. In einem zweiten Versuch an der Tibia des Kaninchens betrug der Abstand der Marken in der Diaphyse zu Anfang des Versuchs 6,5 mm; die Tibia wuchs von 23,5 auf 64 mm, also um 40,5 mm, und dabei wurde der Abstand der Marken 7,5 mm gefunden, 1 mm mehr als zu Beginn des Versuchs. Wie man aus einem derartigen Resultat auf ein ausschließlich interstitielles Knochenwachstum schließen kann, ist unverständlich.

Bei einem jungen Hunde endlich, dessen Tibia von 66 mm auf 90 mm, also um 24 mm wuchs, entfernten sich zwei Marken in der Diaphyse von 35 mm auf 40 mm, also um 5 mm. Flourens hatte, wie Hunter und Duhamel, bei gut befestigten Marken nicht die geringste Zunahme der ursprünglichen Entfernung gefunden, bei einer großen Reihe von Versuchen; wenn Wolff die Form der Marken änderte und Nebenbedingungen in den Versuch einführte, so mußte er die geringen Abweichungen der Resultate auf diese Nebenbedingungen zurückführen.

Die Behauptungen von Wolff gaben Veranlassung zur Wiederholung der Versuche von Flourens; Ollier ([14]), Haab ([26]), Wegner ([18]) haben vielfache Versuche über das Längenwachstum der Röhrenknochen angestellt. Diese Forscher, die Sorge trugen, daß die Marken unverrückbar im Knochen saßen, fanden, daß Bleidrähte, in perforierende Bohrlöcher der Diaphyse eingesetzt (Ollier) und der Knochenoberfläche entsprechend abgeschnitten, ebensowenig im Laufe des Wachstums ihren Abstand voneinander änderten, als Spitzen von

Nähnadeln, die vermittelst einer Schieberpincette fest in die Diaphyse eingestochen wurden (Haab); die Angaben von Flourens bestätigten sich in vollem Umfange — eine Folge zweckmäßiger Versuchsanordnung.

b) Das Wachstum platter Knochen.

Aus Versuchen, die an platten Knochen (Schädeldach, Unterkiefer) angestellt wurden, haben v. Gudden [17] und J. Wolff [33, 34] gefolgert, daß diese Skeletteile ausschließlich interstitiell wachsen. v. Gudden bohrte Löcher in die Scheitelbeine junger Kaninchen und fand, daß diese längere Zeit offen blieben und daß sie im Laufe des Wachstums auseinanderrückten; Wolff hat als Marken am Scheitelbein, Stirnbein, Nasenbein von Kaninchen Bohrlöcher verwendet oder aber rechtwinklig umgebogene Häkchen von Metalldraht, deren einer Schenkel in ein Bohrloch gesteckt wurde, während der andere dem Knochen anlag. Einigemale hat Wolff auch Spitzen von Nähnadeln als Marken verwendet und sie in den Knochen direkt eingedrückt. Die Resultate seiner Versuche sind wechselnde gewesen; betrachten wir zuerst die Versuche mit Drahthäkchen.

In 7 Versuchen fielen die Häkchen aus den Bohrlöchern heraus; nur bei 4 Versuchen blieben sie haften. Unter diesen 4 Versuchen wurde 2 mal keine Vergrößerung des Abstandes der Marken gefunden; 2 mal dagegen vergrößerte sich der Abstand der Häkchen im Stirnbein während 22 Tagen von 11 mm auf 12,6 mm, und von 10,2 mm auf 11,7 mm. Die Resultate dieser Versuche also sind widersprechend; es folgt aus ihnen gar nichts, und es ist nicht versucht, aufzuklären, was den Widerspruch bedingt hat. Daß die Mehrzahl der Marken während der Versuche sich lockerte und herausfiel, hängt von der Dünne der genannten Knochen ab, die eine wirkliche Befestigung von Marken meistens vereitelt.

Bohrlöcher in Knochen sind nicht als Marken zu verwenden. Es wächst in dieselben, wie Maas [31] konstatierte, ein Gefäße führender Fortsatz des Periostes hinein, und dieser wandert infolge des Zuges, dem das Periost bei wachsenden Knochen unterliegt, nach der nächsten Naht zu. Das Loch verschiebt sich mit der weichen Ausfüllungsmasse und bleibt nicht an seinem ursprünglichen Platze liegen.

Daß platte Knochen des Schädels interstitiell wachsen, folgt aus den Versuchen von v. Gudden und Wolff durchaus nicht; und daß der Unterkiefer appositionell wächst, hat ein von Busch angestellter Versuch positiv erwiesen; desgleichen haben Versuche von Maas ergeben, daß die platten Schädelknochen durch Apposition sich vergrößern. Maas fand, daß Platinstifte, die in das Os parietale junger Hunde eingesetzt waren, innerhalb von 6 Wochen ihre Abstände voneinander nicht änderten, während der Knochen sich erheblich vergrößerte; Busch legte bei einem 3 Monate alten Hunde zwei Bohrlöcher im Unterkiefer an, das eine neben der medianen Synchondrose, das andere am Kieferwinkel. In jedes Bohrloch wurde ein genau passendes Schrotkorn eingelegt, festgedrückt und mit einem Grübchen für die Cirkelspitze versehen, so daß die genaueste Messung des Abstandes möglich war. Der Abstand beider Schrotkörner voneinander betrug im Anfang des Versuchs 66,2 mm; nach 112 Tagen war die Entfernung genau dieselbe geblieben, während die betreffende Unterkieferhälfte um 50 mm länger geworden war.

Ungleiches Wachstum an den Epiphysen.

Es war schon FLOURENS bekannt, daß bei der wachsenden Tibia in demselben Zeitraum mehr Material von der einen Epiphyse her an die Diaphyse angelagert wird, als von der anderen; BROCA hat das bestätigt, und OLLIER, HUMPHRY (9), KÖLLIKER (23) haben erwiesen, daß dieses bei allen langen Knochen der Fall ist. Bei dem Skelet der oberen Extremität bleiben die dem Ellbogengelenk zugewandten Enden der Diaphyse bei Humerus, Radius und Ulna, im Wachstum zurück gegenüber den entgegengesetzten; an der unteren Extremität dagegen wird an den dem Kniegelenk zugewandten Enden der Diaphyse des Femur, der Tibia und der Fibula mehr Knochensubstanz angelagert als an den Epiphysen, die das Hüftgelenk und das Fußgelenk bilden helfen.

Man kann diejenige Epiphyse, an der das stärkere Wachstum stattfindet, daran erkennen, daß sie später mit der Diaphyse verschmilzt als die andere.

HUMPHRY machte zuerst darauf aufmerksam, daß die von der Diaphysenmitte sich entfernenden Epiphysen beim Wachstum das Periost, das ihnen fest anhaftet, mit sich ziehen müssen. Die rascher abrückende Epiphyse übt einen stärkeren Zug aus als die entgegengesetzte und zieht das Periost mehr nach ihrer Seite. Die im Periost liegenden Gefäße verschieben sich mit dem Periost; die Eintrittsstelle der Arteria nutritia in den Knochen wird verlagert und wandert nach der rascher wachsenden Epiphyse hin; der Canalis nutritius selbst erscheint dann gegen die langsamer wachsende Epiphyse hin gerichtet.

Von dieser Regel aber giebt es Ausnahmen; eine befriedigende Erklärung dafür verdanken wir SCHWALBE (29).

Wird das Periost beim Wachstum gegen die Knochenoberfläche verschoben und von den Epiphysen mitgezogen, so erleidet an den Enden der Diaphyse das Periost einen Zug in entgegengesetzter Richtung. Zwischen den beiden dem Zuge folgenden Abschnitten des Periostes muß es aber eine Zone geben, in der keinerlei Verschiebung stattfindet; das ist die neutrale Zone. Dieselbe liegt in der Mitte der Diaphyse, wenn das Wachstum an beiden Epiphysen gleich groß ist; bei ungleichem Wachstum dagegen liegt die neutrale Zone näher dem einen Ende der Diaphyse, demjenigen, an dem das Wachstum geringer ist.

Wenn nun die Eintrittsstelle eines Gefäßes in den Knochen in der neutralen Zone selbst liegt, so erleidet das Gefäß, während der Knochen wächst, keinerlei Zug, und der Kanal des Knochens, in dem das Gefäß steckt, behält eine zur Längsachse der Diaphyse senkrechte Richtung; tritt aber ein Gefäß außerhalb der neutralen Zone in die Diaphyse ein, so wird es nach einer Epiphyse hin verzogen, und der Knochenkanal für das Gefäß erhält eine schiefe Richtung.

Es ist möglich, daß die Wachstumsintensität an den Epiphysenlinien sich ändert; es kann z. B. anfänglich die proximale Epiphyse eines Extremitätenknochens mehr Knochen ablagern, als die distale in der gleichen Zeit ansetzt, und in einem späteren Zeitabschnitt kann sich das Verhältnis umkehren. Damit kehrt sich dann auch die Zugrichtung in einer mittleren Zone des Periostes um, und diese Umkehr wird an dem Verlauf der Ernährungskanäle in dieser Zone des

Knochens sich offenbaren. Die Kanäle ändern ihre Richtung und bilden eine gebogene Linie, keine gerade.

Die Richtung, die ein Gefäßkanal in einem bestimmten Knochen hat, hängt ab von der Lage, die die Eintrittsstelle des Gefäßes zur neutralen Zone des Periostes einnimmt; wenn die neutrale Zone selbst ihre Lage ändert, so wirkt das auf den Verlauf des Gefäßkanals ein. Gegen die langsamer wachsende Epiphyse hin ist der Gefäßkanal dann gerichtet, wenn die Epiphyse stets die langsamer wachsende ist und das Gefäß außerhalb der neutralen Zone in den Knochen eintritt. Wie die Gefäße, so unterliegen dem Zuge des Periostes, das den Epiphysen folgt, auch die in den Knochen eingesetzten Marken, wenn sie nicht durch Form und Befestigung geeignet sind, erfolgreichen Widerstand zu leisten. Daher müssen die Marken dicht an der Knochenoberfläche abgeschnitten sein und dürfen dem Periost keine Angriffspunkte bieten. Ist das aber der Fall, so bewirkt der Zug des Periostes eine Verlagerung der Marken und er disloziert sie, wenn sie durch die neutrale Zone voneinander getrennt sind. Je weiter außerhalb der neutralen Zone die Marken dann angebracht sind, um so größer ist die Verschiebung.

2. Versuche über das Dickenwachstum der Knochen.

Gleichzeitig mit dem Längenwachstum vollzieht sich auch ein Dickenwachstum der Knochen; es geht dasselbe aber einigermaßen unabhängig vom Längenwachstum vor sich. Vor der Geburt wachsen die Knochen beträchtlicher in die Dicke, als in die Länge; nach der Geburt überwiegt das Längenwachstum bedeutend. Wie das Längenwachstum, so hört auch das Dickenwachstum zu einer bestimmten Lebenszeit auf.

Da die Verdickung eines Knochens gerade so gut durch Auflagerung neuer Substanz vom Periost oder auch von der Markhöhle her erfolgen kann, als durch interstitielles Wachstum einer einmal angelegten Knochenmasse, so muß auch die Art des Dickenwachstums durch den Versuch bestimmt werden. Es sind wiederum die Versuche von Flourens, die die Frage gelöst haben, und will ich sie hier genauer mitteilen.

Flourens geht von der Beobachtung aus, daß Knochendefekte vom Periost aus ersetzt werden, und daß das Periost des jugendlichen Knochens die Fähigkeit besitzt, Knochensubstanz zu bilden. Um zu entscheiden, ob auch der wachsende Knochen durch Auflagerung neuer Substanz aus dem Periost dicker wird, legte er einen Ring von Platindraht unterhalb des Periostes um einen wachsenden Knochen herum; er fand, daß sich der Ring mit einer Knochenlage bedeckt, die im Laufe der Zeit an Dicke zunimmt.

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit Plättchen aus Platinblech angestellt. 4 mm lange, 2 mm breite Stücke eines dünnen Platinblechs wurden jungen Hunden unter das Periost der Tibia gebracht. Sie bedeckten sich mit einer Knochenlage, deren Mächtigkeit fortwährend zunahm, und gerieten, wie die Ringe, immer tiefer in den Knochen hinein.

Ollier hat später anstatt der Drahtringe Kautschukstreifen subperiostal um den Knochen herumgelegt und beobachtet, daß auch diese in den Knochen hineinwandern.

Werden Stifte in den Knochen hineingetrieben und entsprechend der Oberfläche desselben abgeschnitten, so bedecken sie sich mit einer Knochenlage, ebenso wie die Schrotkörner, die in Bohrlöcher des Knochens eingelegt sind.

Aus diesen Beobachtungen haben FLOURENS, OLLIER, HAAB, WEGNER u. a. gefolgert, daß von seiten des Periostes her fortwährend neuer Knochen auf den vorhandenen aufgelagert werde, und daß auch das Dickenwachstum des Knochens durch Apposition stattfinde. Es wäre die oberflächlichste Knochenschicht auch immer diejenige, die zuletzt gebildet ist.

DUHAMEL hingegen, der den Ringversuch zuerst angestellt hat, und in unserer Zeit J. WOLFF haben das appositionelle Knochenwachstum in die Dicke bestritten; sie nehmen an, der Ring komme dadurch in den Knochen hinein, daß er den sich expandierenden Knochen einschneide und mit pathologisch neugebildeter Knochensubstanz bedeckt werde. Um diesen Einwand zu beseitigen, hat FLOURENS den Plättchenversuch ausgeführt; bei diesem kann keine Einschnürung des wachsenden Knochens stattfinden. Da aber die Plättchen sich so verhalten wie die Ringe und in den Knochen hineingelangen, ist es ausgeschlossen, daß ein Einschneiden des Knochens statthaben müsse, damit Ringe hineingelangen. Der Plättchenversuch kann nur durch appositionelles Dickenwachstum des Knochens erklärt werden.

Es giebt noch ein anderes Mittel, um den Nachweis zu führen, daß der Knochen durch Auflagerung neuen Materiales vom Periost aus sich verdickt. Man kann nämlich den während eines bestimmten Zeitabschnittes gebildeten Knochen färben. BELCHIER (2, 3) hat 1736 die Beobachtung gemacht, daß die Knochen von Tieren, deren Nahrung Krapp beigemischt war, sich rot färben und daß nur die Knochen sich röten. Die Färbung ist, wie er fand, sehr haltbar; wiederholtes Kochen, Maceration in Wasser, Einlegen in Alkohol entfärbten die roten Knochenpartien nicht.

DUHAMEL benutzte 3 Jahre später diese Beobachtungen von BELCHIER, um nach einem bestimmten Plane Versuche über das Dickenwachstum der Knochen mit Hilfe der Krappfütterung anzustellen.

Er mischte einem 6 Wochen alten Schwein einen Monat hindurch Krapp dem Futter zu; dann erhielt das Tier noch 6 Wochen lang gewöhnliches Futter und wurde getötet. Die Knochen der Extremitäten, quer durchsägt, zeigten drei Zonen; zwischen eine ungefärbte innere und äußere Zone war eine mittlere rote Partie eingeschoben. DUHAMEL erklärte den Versuch so: die rote Lage entspricht dem während der Krappfütterung gebildeten Knochen; die innere ungefärbte Schicht ist der Knochen, der vor dem Versuch da war, und die äußere ungefärbte Schicht ist nach Aussetzen der Krappfütterung entstanden. Der Knochen ist verdickt worden durch Auflagerung vom Periost her.

In Uebereinstimmung mit dieser Erklärung standen die Ergebnisse variierter Versuche mit Krappfütterung.

Ein Schwein, 2 Monate alt, erhielt während eines Monats Krapp; dann für 4 Wochen gewöhnliches Futter und endlich wieder einen Monat lang Krapp. Zwei Krapp-Perioden waren durch eine Periode gewöhnlicher Nahrung getrennt. Am Ende der zweiten Krapp-Periode

wurde das Tier getötet. Die Knochen zeigten auf dem Querschnitt vier Zonen, zwei rote und zwei weiße; die äußerste war rot, dann kam eine weiße, dann wieder eine rote, und der Markhöhle zunächst eine weiße. Jeder Krappfütterungsperiode entsprach also eine Zone roter Knochensubstanz; in dem krappfreien Intervall war farbloser Knochen gebildet. Ließ DUHAMEL nach der zweiten Krapp-Periode das Versuchstier noch einige Zeit bei gewöhnlichem Futter leben, so fand sich die äußere rote Lage noch von farblosem Knochen überdeckt.

Man muß hieraus folgern, daß sich der Knochen nur so lange färbt, als Krapp dem Futter beigemischt wird, und daß der einmal gefärbte Knochen auch am lebenden Tiere seine Farbe behält.

FLOURENS hat die Versuche von DUHAMEL wiederholt und hat dessen Resultate vollkommen bestätigt. Er fand, daß bei ganz jungen Tieren nach Krapp die Knochen durchaus rot werden, daß aber bei älteren nur die äußere Knochenlage rot erscheint. Fig. 26 ist eine Kopie nach FLOURENS, die seine Versuchsergebnisse erläutert.

Fig. 26*a* ist der Querschnitt vom Femur eines ganz jungen Schweins, das einen Monat hindurch Krapp erhielt und dann getötet wurde; der ganze Knochen ist gleichmäßig rot. *b* ist der Querschnitt vom Femur eines etwas älteren Schweins, das gleichfalls 4 Wochen mit Krapp gefüttert und dann getötet ist. Es ist nur die äußere Schicht des Knochens rot, die innere farblos. Fig. 26 *c* und *d* zeigen den Querschnitt des Femur zweier Schweine, die nach 4-wöchentlicher Krappfütterung 1 und 2 Monate lang gewöhnliches Futter erhalten hatten. Die rote Zone ist durch farblosen Knochen überlagert, der nach 2 Monaten dicker ist als nach 1 Monat. Fig. 26 *e* zeigt den Femur eines Schweines, das $4^1/_2$ Monat nach Aussetzen der Krappfütterung getötet ist. Die rote Krappzone ist von einer sehr dicken Lage farblosen Knochens überdeckt.

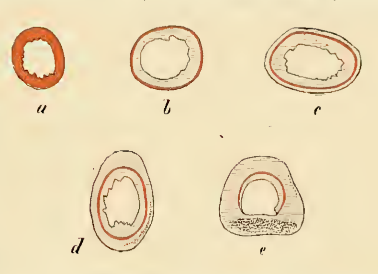


Fig. 26. Krappversuch. Querschnitte von Knochen, verschiedene Zeit nach Krappfütterung. Kopie nach FLOURENS, Taf. VII, Fig. 15—19.

Man sieht, es verhält sich die durch Krapp gefärbte Knochenpartie wie ein um den Knochen gelegter Metallring; sie wandert in den Knochen hinein, weil vom Periost aus immer neuer Knochen auf sie aufgelagert wird.

Auf Grund von Versuchen an ungeeigneten Versuchstieren (Tauben) hatte STRELZOFF (21) behauptet, daß Krapp nicht nur den Knochen färbe, der während der Fütterungsperiode gebildet wird, sondern auch den bereits vorhandenen und den, der nach Aussetzen des Krapp sich bildet. Es wären also Krappversuche nicht geeignet, über Knochenwachstum Aufschluß zu geben.

Diese Ansicht ist durch einen Versuch von LIEBERKÜHN (32) schlagend widerlegt worden. Ein junges Huhn wurde eine Zeit lang mit Krapp gefüttert; 3 Tage nach Aussetzen des Krapp „wurde ein

3 mm langes und 2 mm breites Stück der Röhre des Tarso-metatarsalknochens herausgenommen und die Wunde geschlossen". Nach 6 Wochen war der Defekt des operierten Knochens durch neugebildete Knochensubstanz ausgefüllt; diese war farblos und hob sich von dem roten Knochen der Umgebung gut ab. „Das gleiche Resultat ergab dieselbe Operation bei einer jungen Katze."

Krappversuche sind, an geeigneten Tieren angestellt, brauchbar für die Untersuchung des Knochenwachstums; sie erweisen, daß das Dickenwachstum durch Auflagerung vom Periost her geschieht.

Brullé und Huguény (5) haben darauf aufmerksam gemacht, daß bei Röhrenknochen nicht nur von seiten des Periostes, sondern auch von seiten des Markes her eine Anlagerung von Knochengewebe stattfindet; aber dennoch wird das Dickenwachstum wesentlich durch die periostale Auflagerung bewirkt, da die Apposition von der Markhöhle aus sich auf nur wenige Stellen beschränkt.

Resorption von Knochengewebe. Wenn während des Knochenwachstums stets nur Auflagerung neuer Substanz auf den vorhandenen Knochen erfolgte, so müßte die Markhöhle bei den Röhrenknochen stets den gleichen Durchmesser behalten und nur an Länge zunehmen. Die Wand derselben würde an Dicke zunehmen, solange das Wachstum dauert. Es ist nun aber leicht, festzustellen, daß sich die Markhöhle erweitert, während der Knochen wächst. Die Annahme von Duhamel, die Markhöhle erweitere sich durch expansives Wachstum des Knochens, kann angesichts der Ergebnisse, die die Versuche mit Metallringen, Plättchen, Krappfütterung geliefert haben, nicht aufrecht erhalten werden. Die Ringe und die Plättchen, welche subperiostal eingelegt werden, sind anfänglich von der Markhöhle durch die ganze Dicke des Knochens getrennt. Während sie nun durch Auflagerung neuer Substanz vom Periost sich mehr und mehr entfernen, bleibt die Dicke der Knochenschicht, die Ringe oder Plättchen von der Markhöhle trennt, nicht etwa unverändert, sondern sie nimmt ab. Die zu Beginn des Versuchs vorhandene Knochenlage zwischen Markhöhle und Metallring wird um so dünner, je länger der Versuch dauert; darum entfernen sich die Marken nicht nur vom Periost, sondern nähern sich der Markhöhle immer mehr und geraten schließlich in dieselbe hinein. Aehnlich verhalten sich eingetriebene Stifte, sowie die durch Krapp rotgefärbten Knochenschichten; sie rücken der Markhöhle näher, bilden deren unmittelbare Begrenzung und verschwinden schließlich ganz. Die angeführten Erscheinungen sind nur durch die Annahme zu erklären, daß die ursprünglich vorhandene Wand der Markhöhle in dem Maße schwindet, wie neue Knochensubstanz vom Periost aus auf sie abgelagert wird. Es vollzieht sich, parallel der Apposition neuen Knochens vom Periost aus, eine Resorption des alten Knochens von seiten der Markhöhle. Dadurch wird die Markhöhle erweitert, während der Knochen wächst.

Nicht nur an den Wänden der Markhöhle wird Knochen resorbiert; auch unterhalb des Periostes, an der Knochenoberfläche, kommt beständig an bestimmten Stellen, den Resorptionsflächen, Wegnahme von Knochensubstanz vor. Bei Krappfütterung bleiben die Resorptionsflächen ungefärbt und sind dadurch nachzuweisen; die mikroskopische Untersuchung lehrt sie ebenfalls kennen, da die Oberfläche des Knochens durch massenhaft auftretende Grübchen wie

ausgenagt erscheint und sich von der glatten Umgebung unterscheidet. In den Gruben der Resorptionsflächen liegen große, vielkernige Zellen; man trifft dieselben überall da an, wo Resorption stattfindet, und muß sie wenigstens als konstante Begleiter der Knochenresorption bezeichnen.

Eine besondere Bedeutung gewinnt die äußere Resorption am Knochen für diejenigen Vorsprünge, die dem Ansatz der Muskelsehnen dienen, und für Gruben der Oberfläche, z. B. die Fossa olecrani des Humerus. Vorsprünge wie Vertiefungen der Oberfläche behalten bekanntlich ihre relative Größe und ihre relative Lage zu den Enden der Diaphyse immer bei; würden die Vorsprünge einfach durch Apposition von der Epiphysenseite her wachsen, so müßten sie an Länge fortwährend zunehmen. Die Gruben müßten sich im Laufe des Wachstums von den Enden der Diaphyse fortwährend weiter entfernen. Beides trifft nicht zu; die Knochenvorsprünge und die Gruben wandern nach den Enden der Diaphyse hin; sie entfernen sich dabei von den Metallstiften, die man neben ihnen eingetrieben hat, immer mehr. Das kann nur geschehen durch Resorption, die gleichzeitig mit dem Wachstum vor sich geht. An dem der Epiphyse zugekehrten Ende eines Knochenvorsprunges wird neue Substanz angelagert, am entgegengesetzten Ende wird resorbiert; bei den Gruben wird der Epiphyse zunächst resorbiert, der Diaphysenmitte entsprechend aber apponiert. Durch derartige Verbindung von Ansatz und Wegnahme wird die Oberfläche des Knochens modelliert. Schon Hunter hatte dies erkannt, Flourens, Ollier, Lieberkühn, Kölliker haben durch Versuche die Thatsache sichergestellt.

Besonders deutlich erkennt man die vereinte Wirkung von Apposition und Resorption bei dem Wachstum des Unterkiefers. Den Vorgang erläutert folgender Versuch von Lieberkühn (11). Wenn man einen jungen Hund oder einen Fuchs einen Monat hindurch mit Krapp füttert, so wird der Unterkiefer rot. Setzt man den Krapp aus und giebt gewöhnliches Futter, so bildet sich an dem roten Unterkiefer eine farblose Knochenschicht an, die den unteren Rand, den Kieferwinkel und den hinteren Rand bildet. Diese farblose Schicht wird um so beträchtlicher, je länger der seit dem Aussetzen des Krapp verstrichene Zeitraum ist. Der vordere Rand des Kronenfortsatzes dagegen bleibt immer rot, an ihn lagert sich keine farblose Knochenschicht an. Mit der Zeit wird diese rote Zone am Kronenfortsatz immer kleiner und sie schwindet endlich ganz. Die Knochenmasse, die beim Schluß der Krapp-Periode den Kronenfortsatz darstellte, wird also ganz und gar resorbiert; der Kronenfortsatz ist neugebildet, indem sich an den hinteren Rand immer neue Knochensubstanz angelagert hat, während am vorderen Rande der Knochen resorbiert worden ist. Auf diese Weise verschiebt sich der Kronenfortsatz im Laufe des Wachstums nach hinten, während der Unterkiefer sich verlängert.

Die Knochenresorption ermöglicht auch die im Laufe des Wachstums sich vollziehende Umwälzung der inneren Architektur der Knochen. In Knochennarben wird allmählich das weggenommen, was nicht bei der Funktion beansprucht wird, und dadurch eine statische Struktur hergestellt. Die kompakte Narbe wandelt sich um in eine Spongiosa mit bestimmter Anordnung der Balkenzüge (Roux, Beiträge zur Morphologie der funktionellen Anpassung, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch., 1885, S. 120—159).

Auch in der kompakten Wand der Röhrenknochen vollziehen sich während des Wachstums fortwährend Resorptionsprozesse. Die HAVERS'schen Lamellen werden teilweise aufgelöst und die Defekte durch neugebildete Knochensubstanz ersetzt. Der im ersten Lebensjahre vorhandene „geflechtartige" Knochen schwindet durch Resorption ganz und gar; an seine Stelle tritt neugebildeter Knochen von „lamellösem" Bau. Beide Knochenarten unterscheiden sich unter anderem auch durch den Abstand der Knochenhöhlen (Knochenkörperchen) voneinander, im lamellösen Knochen sind diese Höhlen weiter voneinander entfernt. Man hat daraus ein interstitielles Wachstum des Knochens folgern wollen und hat nicht erkannt, daß es sich um zwei ganz verschiedene Modifikationen des Knochengewebes handelt, die nicht ineinander übergehen (v. EBNER [25]).

Relatives Wachstum; Wachstumskoefficient.

Wenn auch das Maß des Wachstums für das gesamte Skelet individuell außerordentlich verschieden ist, so kann man doch auf dem Wege der Vergleichung einer größeren Anzahl in gleicher Weise hergestellter Skelete, die Individuen verschiedenen Lebensalters angehören, zu Ergebnissen über die Größe des relativen Wachstums gelangen, die allgemeine Giltigkeit beanspruchen können. LANGER ([16]) hat die durchschnittliche Größe der einzelnen Skeletstücke, sowie der ganzen Skelete, einerseits beim Neugeborenen, andererseits beim Erwachsenen ermittelt, und diejenige Größe, mit der man die anfängliche Länge eines Skeletteils multiplizieren muß, um die endgiltige Länge zu erhalten, als den „Wachstumskoefficienten" bezeichnet. Nach LANGER's Untersuchungen ist der Wachstumskoefficient der gesamten Körperhöhe 3,24; die einzelnen Abschnitte des Skelets zeigen verschieden große Wachstumskoefficienten. Am geringsten ist derselbe für den Schädel, am größten für die Knochen der unteren Extremität. Die Wirbelsäule steht in der Mitte.

Der Wachstumskoefficient beträgt:

für den Femur	4,38
„ die Tibia	4,32
„ den Humerus	3,97
„ den Radius	3,83
„ die Wirbelsäule	3,00
„ den Fuß	2,88
„ die Hand	2,85
„ den Schädel	2,00

Die Entstehung der Knochenformen hängt von Bedingungen ab, die uns zur Zeit noch unbekannt sind. L. FICK ([7, 8]) und v. GUDDEN ([17]) haben versucht, den Einfluß zu bestimmen, den benachbarte Weichteile auf die Form der wachsenden Knochen ausüben. Sie fanden, daß wachsende Knochen dicker werden, wenn man die ihnen anliegenden Muskeln entfernt (L. FICK), und daß die Schädelkapsel dicker wird, wenn das Gehirn infolge operativer Eingriffe atrophiert (v. GUDDEN). Es wurde also weniger die Form als die Masse der Knochen durch den Eingriff beeinflußt, und es konnte über die Ursachen der Form nichts festgestellt werden.

Wenn man ein Glied eines ganz jungen Tieres durch Durchschneidung sämtlicher Nerven funktionsunfähig macht, so entwickeln

sich die Knochen zu normalen Formen; sie bleiben nur etwas kleiner als die entsprechenden Knochen der gesunden Seite und sind also nur an Masse beeinträchtigt (v. GUDDEN).

Litteratur über Knochenwachstum.

1) **Duhamel**, *Sur le développement et la crue des os des animaux*, *Mémoires de l'Académie royale des sciences* 1741—1743.
2) **Belchier**, *An account of the bones of animals beeing changed to a red colour by aliment only*, *Philosophical Transactions* 1736 *September*.
3) *Derselbe*, *A further account of the bones of animals beeing made red by aliments only*, *Philosophical Transactions* 1736 *October*.
4) **Everard Home**, *Experiments and observations on the growth of bones, from the papers of the late Mr. Hunter*, *Transactions of a Society for the improvement of medical and chirurgical knowledge*, *Vol.* 2, *London* 1800.
5) **Brullé** *et* **Hugueny**, *Expériences sur le développement des os dans les mammifères et les oiseaux*, *Annales des sciences naturelles*, *Tome* 4, 1845.
6) **Flourens**, *Théorie expérimentale de la formation des os*, *Paris* 1847.
7) **Fick**, *Untersuchungen über die Ursachen der Knochenformen*, 1857.
8) *Derselbe*, *Neue Untersuchungen über die Ursachen der Knochenformen*, 1859.
9) **Humphry**, *Growth of the long bones and of stumps*, *Medico-chirurgical Transactions*, *II. Series*, *Vol.* 26, 1861.
10) **Hüter**, *Der Unterkiefer bei Neugeborenen und Erwachsenen*, *Virch. Arch.* 29. *Bd.* 1864.
11) **Lieberkühn**, *Ueber Wachstum und Resorption der Knochen*, *Marburg* 1867 (*Universitätsprogramm*).
12) **J. Wolff**, *Ueber Knochenwachstum*, *Berl. klin. Wochenschr.* 1868.
13) **Philipeaux** *et* **Vulpian**, *Note sur le mode d'accroissement des os longs*, *Archives de physiologie*, *Tome* 3, 1870.
14) **Ollier**, *Recherches expérimentales sur le mode d'accroissement des os*, *Archives de physiologie*, *Tome* 5, 1873.
15) **Kölliker**, *Die typische Resorption des Knochengewebes*, *Leipzig* 1873.
16) **Langer**, *Das Wachstum des menschlichen Skelets mit Bezug auf den Riesen*, *Wiener Denkschriften* 31. *Bd.* 1871.
17) **v. Gudden**, *Experimental-Untersuchungen über das Schädelwachstum*, 1874.
18) **Wegner**, *Ueber das normale und pathologische Wachstum der Röhrenknochen*, *Virchow's Archiv* 61. *Bd.* 1874.
19) **Bidder**, *Experimente über künstliche Hemmung des Längenwachstums von Röhrenknochen*, *Arch. f. experim. Pathol.* 1. *Bd.* 1874.
20) **Strelzoff**, *Ueber die Histogenese der Knochen*, *Untersuchungen aus dem pathol. Institut zu Zürich Heft* 1, 1873.
21) *Derselbe*, *Genetische und topographische Studien des Knochenwachstums*, *Untersuchungen aus dem pathol. Institut zu Zürich*, *Heft* 2, 1874.
22) *Derselbe*, *Ueber Knochenwachstum*, *Arch. f. mikroskop. Anat.* 11. *Bd.* 1875.
23) **Kölliker**, *Dritter Beitrag zur Lehre von der Entwickelung der Knochen*, *Würzburger Verhandlungen*, *Neue Folge* 4. *Bd.* 1873.
24) *Derselbe*, *Knochenresorption und interstitielles Knochenwachstum*, *ebendas.* 6. *Bd.* 1874.
25) **v. Ebner**, *Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz*, *Wien. Sitzungsb.* 72. *Bd.* 1875.
26) **J. Haab**, *Experimentelle Studien über das normale und pathologische Wachstum der Knochen*, *Untersuchungen aus dem pathol. Institut zu Zürich*, *Heft* 3, 1875.
27) **Steudener**, *Beiträge zur Lehre von der Knochenentwickelung und dem Knochenwachstum*, *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle* 13. *Bd.* 1875.
28) **Maas**, *Ueber das Wachstum und die Regeneration der Röhrenknochen*, *Arch. f. klin. Chir.* 20. *Bd.* 1877.
29) **Schwalbe**, *Ueber die Ernährungskanäle der Knochen und das Knochenwachstum*, *Zeitschr. f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1. *Bd.* 1876
30) *Derselbe*, *Ueber den Gudden'schen Markierversuch und seine Bedeutung für die Lehre vom Knochenwachstum*, *Jenaische Zeitschr.* 12. *Bd.*, *Supplement*.
31) **Maas**, *Die Deutung des Gudden'schen Markierversuchs am Kaninchenschädel*, *Arch. f. klin. Chirurgie* 23. *Bd.* 1879.
32) **Lieberkühn** *und* **Bermann**, *Ueber Resorption der Knochensubstanz*, *Abhandl. der Senkenbergischen Gesellschaft* 11. *Bd.* 1879.
33) **J. Wolff**, *Markierversuche an Scheitel-, Stirn- und Nasenbein des Kaninchens*, *Virchow's Archiv* 101. *Bd.* 1885.
34) *Derselbe*, *Ueber das Wachstum des Unterkiefers*, *ebendas.* 114. *Bd.* 1888.
35) *Derselbe*, *Das Gesetz der Transformation der Knochen*, *Berlin* 1892.

Specielle Skeletlehre.

I. Die Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule bildet die Grundlage vom Skelet des Stammes. Sie liegt in der Medianebene, im dorsalen Abschnitt der Leibeswand, erstreckt sich vom Kopfe ab durch die ganze Länge des Stammes und reicht bei den geschwänzten Wirbeltieren bis zum Ende des Schwanzes hin. Am Nacken und am Rücken entspricht dem Verlauf der Wirbelsäule eine mediane Furche, in deren Tiefe die Dornfortsätze der Wirbel, vom siebenten Halswirbel an, durch das Gefühl erkannt werden können; die Dornfortsätze der 6 oberen Halswirbel sind nur bei gebeugter Haltung des Kopfes durchzufühlen.

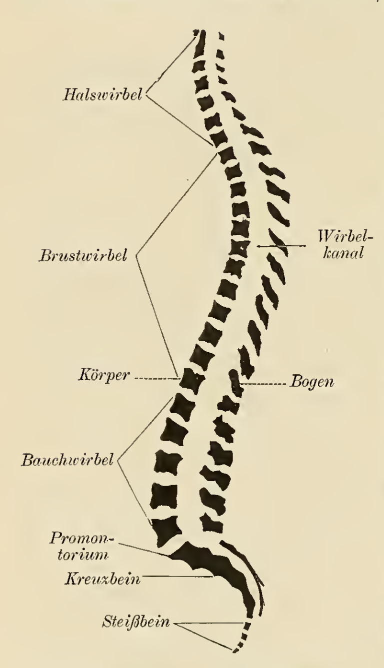


Fig. 27. Längsschnitt der Wirbelsäule. Nach Henle.

Es besteht die Wirbelsäule aus einer Reihe gleichartiger Stücke, die man die „Wirbel“ nennt. Jeder Wirbel (vertebra) besteht aus einem cylindrischen Stück, dem Körper (corpus), und einem an der dorsalen Seite vom Körper abgehenden Knochenring, dem Bogen (arcus). Die Wirbelkörper sind zu einer Säule aufeinander geschichtet und werden durch Scheiben weichen Gewebes, die Ligamenta intervertebralia, miteinander verbunden; die Bogen selbst sind durch Bänder miteinander vereinigt und artikulieren außerdem vermittelst besonderer Fortsätze.

Die Wirbelsäule verläuft nicht gerade; auf dem Medianschnitte, der die Säule der Länge nach halbiert, erkennt man eine S-förmige Krümmung mit abwechselnd ventral- und dorsalwärts gerichteter Konvexität (Fig. 27).

Ein mittlerer, dorsalwärts konvexer Bezirk wird am cranialen wie am caudalen Ende von einem ventralwärts konvexen Abschnitte begrenzt; das caudale Endstück ist stark dorsalwärts konvex. Diese Krümmung ist um so mehr ausgesprochen, je stärker die Ebene des Beckeneingangs gegen den Horizont geneigt wird; sie wird durch die

aufrechte Haltung des Menschen hervorgerufen und ist ermöglicht durch die Verbindungsweise der Wirbelkörper, die eine Verschiebung derselben gegeneinander zuläßt.

Im caudalen Abschnitt der Wirbelsäule verknöchern die Ligamenta intervertebralia, und dadurch werden Reihen von Wirbelkörpern zu einem einzigen Knochen verbunden. Sie bilden zwei Knochenstücke, die in bestimmter Weise gekrümmt erscheinen.

Mit großer Regelmäßigkeit setzt sich die Wirbelsäule zusammen aus 24 gegeneinander beweglichen Wirbeln und aus zwei größeren Knochenstücken, deren jedes einer Summe verschmolzener Wirbel entspricht. Sie werden als „Kreuzbein“ und „Steißbein“ bezeichnet (vgl. Fig. 27).

Die in diesen beiden Skeletteilen enthaltenen verschmolzenen Wirbel werden wohl als „falsche Wirbel“ den übrigen, die gegeneinander beweglich sind, den „wahren Wirbeln“ gegenübergestellt; eine Unterscheidung, die man besser fallen läßt, da die einzelnen Stücke des Kreuzbeins gerade so gut die wesentlichen Eigentümlichkeiten eines Wirbels besitzen wie die cranialwärts gelegenen Wirbel.

Die freien Wirbel liegen im Hals-, Brust- und Bauchabschnitt des Stammes, während die verschmolzenen Wirbel das caudale Ende der Säule bilden. Die Zahl der Wirbel ist für jeden der genannten Abschnitte eine konstante; außerdem stimmen die Wirbel einer jeden Gruppe hinsichtlich einer Reihe von Merkmalen überein. Deshalb bringt man die freien Wirbel in die drei Gruppen der Halswirbel (vertebrae cervicales), Brustwirbel (vertebrae thoracales), Bauchwirbel (vertebrae lumbales); die Zahl der Halswirbel beträgt 7, die der Brustwirbel 12, der Bauchwirbel 5. Zum Kreuzbein wie zum Steißbein treten meistens je 5 Wirbel zusammen; demnach können in der ganzen Säule 34 Wirbelanlagen unterschieden werden. Mit den axial gelegenen Wirbeln kommen Skeletteile in Beziehung, die in den seitlichen Abschnitten der Leibeswand liegen und zwischen die Muskelsegmente sich einschieben.

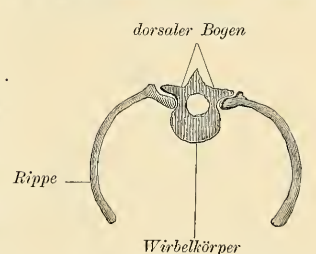


Fig. 28. Brustwirbel mit 2 Rippen. Schema.

Besonders im Brustabschnitt, wo sich die Muskelanordnung in der ursprünglichen Weise erhält, erreichen diese Skeletstücke, die Rippen (costae), eine bedeutende Ausbildung. Sie stellen spangenartige Knochenstücke dar, die mit ihren dorsalen Enden die Wirbelsäule berühren und durch Gelenke mit den Wirbelkörpern verbunden sind. Dann erscheinen die Rippen als paarige, ventralwärts gerichtete Anhänge des Wirbelkörpers, die symmetrisch zu dem dorsalen Bogen liegen, der mit dem Wirbelkörper fest verbunden ist (Fig. 28).

Wenn auch die Entwickelung zeigt, daß die Rippen unabhängig von den Wirbeln entstehen, und daß sie erst später in Berührung mit den Wirbelkörpern treten, so sind sie doch vielfach als zu den Wirbeln gehörende Bogenbildungen aufgefaßt worden. Diese Auffassung fand scheinbar eine Stütze in dem Umstande, daß wirklich

Rippen mit Wirbeln knöchern verschmelzen, und daß sie dann als Fortsätze der Wirbel erscheinen. Diese Verschmelzung von Rippenanlagen mit Wirbelkörpern kommt regelmäßig im Halsabschnitt, im Bauchabschnitt und im Bereich des Kreuzbeins vor; bei den Halswirbeln und den Kreuzwirbeln ist die verschmolzene Rippe regelmäßig noch im erwachsenen Zustande nachweisbar. Gelegentlich erlangen die Rippenanlagen bei einzelnen Wirbeln ihre Selbständigkeit, bleiben beweglich und werden dann als „überzählige Rippen" aufgeführt; deren kommen öfters am siebenten Halswirbel und am ersten Bauchwirbel vor.

Der Wirbel im Allgemeinen.

An einem jeden Wirbel unterscheiden wir: 1) den Wirbelkörper (corpus), auch Wirbelcentrum genannt; 2) den dorsalen Bogen (arcus); 3) Fortsätze, die vom Bogen ausgehen. Vom Körper in Verbindung mit dem Bogen wird eine Oeffnung umschlossen, die als das Wirbelloch, „foramen vertebrale", bezeichnet wird (Fig. 29).

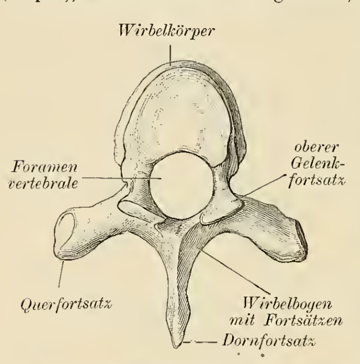


Fig. 29. Ein Brustwirbel, von der cranialen Fläche her gesehen.

Der Wirbelkörper hat die Form einer kurzen Säule, von rundlichem, querovalem oder dreiseitigem Querschnitt, mit zwei planen Endflächen.

Der Bogen sitzt näher der cranialen Endfläche dem Körper an und ist von geringerer Höhe als dieser. Die Fortsätze gehen derart vom Bogen ab, daß einer, der Dornfortsatz (processus spinosus), in der Medianebene verläuft, gerade oder etwas mit der Spitze caudalwärts geneigt, daß zwei Querfortsätze (processus transversi) nahezu in frontaler Ebene jederseits dem Bogen ansitzen, und daß, in unmittelbarer Nähe der Abgangsstelle eines Querfortsatzes, jede Bogenhälfte einen kurzen Fortsatz in cranialer, einen anderen in caudaler Richtung aussendet. Dieses sind die Gelenkfortsätze (processus articulares); sie werden als oberer (proc. art. superior) und unterer (proc. art inferior) bezeichnet. Die Gesamtzahl der Fortsätze beträgt also sieben.

In jedem Abschnitt der Wirbelsäule zeigen sowohl der Körper als der Bogen und die Fortsätze eine gewisse Uebereinstimmung in Form und Größe; sie können als zusammengehörig daran erkannt werden.

1. Die Halswirbel.

Der Halsabschnitt der Wirbelsäule besteht aus 7 Wirbeln, die vom Schädel angefangen gezählt und als erster bis siebenter Halswirbel benannt werden. Der erste und der zweite Halswirbel weichen in ihrer Form untereinander und auch von den übrigen Wirbeln er-

heblich ab, während die übrigen 5 Halswirbel eine bis ins einzelne gehende Uebereinstimmung ihrer Teile erkennen lassen. Es empfiehlt sich daher, die 5 caudalen Halswirbel zusammenfassend zu beschreiben und darauf die Schilderung des ersten und zweiten Halswirbels folgen zu lassen.

Dritter bis siebenter Halswirbel.

Der Körper der unteren Halswirbel hat eine fast rechteckige Form, wie die Betrachtung einer Endfläche zeigt (Fig. 30 *a*); der Querdurchmesser übertrifft den sagittalen annähernd um das Doppelte. Der cranio-caudale Durchmesser, d. h. die Höhe des Wirbelkörpers, ist am geringsten.

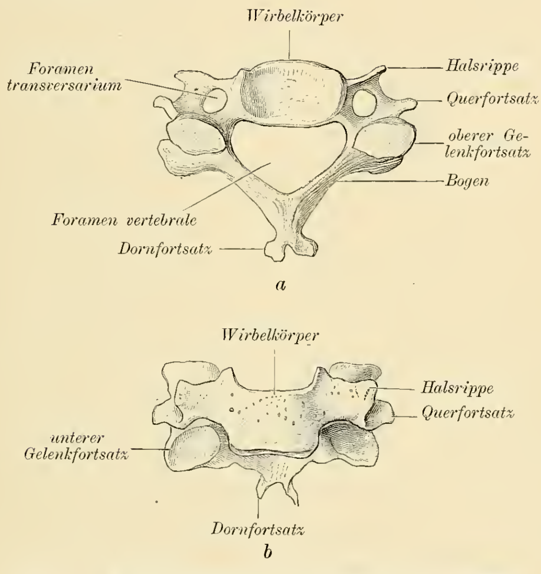


Fig. 30. Der fünfte Halswirbel, *a* von oben, *b* von vorn gesehen.

Wir unterscheiden eine obere und eine untere Endfläche von den Seitenflächen des Wirbelkörpers; von diesen ist nur die ventrale und die dorsale, gegen das Foramen vertebrale schauende frei, die lateralen Flächen werden von der Halsrippe verdeckt. Die obere Endfläche ist in der Mitte vertieft, während die lateralen Ränder gegen den Schädel zu vorspringen (Fig. 30 *b*); die untere Fläche dagegen ist leicht gewölbt und paßt in die Vertiefung der Endfläche des nachfolgenden Wirbels genau hinein.

Der Wirbelbogen ist im Verhältnis zum Körper hoch; er umschließt mit dem Körper ein weites, dreieckiges Foramen verte-

brale (Fig. 30*a*). Der Dornfortsatz ist kurz, mit der Spitze caudalwärts geneigt (Fig. 31) und in zwei Zacken geteilt (Fig. 30*a*); nur der Dornfortsatz des siebenten Halswirbels ist länger und mit einfacher, rundlicher Spitze versehen. Der Querfortsatz und die beiden Gelenkfortsätze gehen jederseits in einiger Entfernung vom Wirbelkörper vom Bogen ab; ihrer Ursprungsstelle entsprechend ist der Bogen am dicksten, und HENLE hat diese Stelle deshalb als „massa lateralis“ des Bogens bezeichnet. Zwischen Massa lateralis und Wirbelkörper liegt der Hals des Bogens (radix arcus vertebrae); derselbe liegt dem cranialen Ende des Wirbelkörpers näher (Fig. 31).

Die Gelenkfortsätze (processus articulares) sind jederseits zwei, ein oberer (proc. articul. superior) und ein unterer (proc. articul. inferior) [Fig. 31], die Gelenkflächen an ihnen sind queroval und derart gestellt, daß die des oberen Fortsatzes dorsal und cranial, die des unteren ventral und caudal gerichtet ist (Fig. 31). Dieselben stehen also nicht in einer frontalen Ebene, sondern jede scheint um eine transversale Achse etwas gedreht, und die Flächen nehmen eine mittlere Stellung ein zwischen der frontalen und der transversalen Ebene.

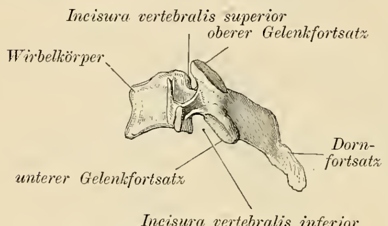


Fig. 31. Fünfter Halswirbel, Profil.

Zwischen den Gelenkfortsätzen und dem Wirbelkörper bleibt ein von oben und von unten her zugänglicher Ausschnitt, die Incisura vertebralis superior und inferior (Fig. 31); beide Incisuren reichen bis auf den Hals des Bogens.

Der Querfortsatz (proc. transversus) geht vom Bogen direkt ventral vom Gelenkfortsatz ab (Fig. 30*a*); er ist kurz, in sagittaler Richtung abgeplattet, in cranio-caudaler Richtung dagegen verbreitert und steht in frontaler Ebene. In der Ansicht von vorn wird er fast ganz verdeckt durch eine kurze Halsrippe, die mit der Seitenfläche des Wirbelkörpers verwachsen ist und früher zum Querfortsatze gerechnet wurde (Fig. 31 *b*). Die Halsrippe ist durch eine Knochenbrücke verbunden mit der Mitte der ventralen Fläche des Querfortsatzes (Fig. 30*a*). Diese Brücke begrenzt lateralwärts eine rundliche Oeffnung, das Foramen transversarium, das zwischen Wirbelkörper, Halsrippe und Querfortsatz ausgespart bleibt (Fig. 30*a*). Es enthält die Arteria und die Vena vertebralis. Lateral von dieser Knochenbrücke sind die Spitzen der Halsrippe und des Querfortsatzes frei; solange man die wahre Natur der Halsrippe nicht erkannte, wurde der „Querfortsatz“ der Halswirbel als vom Foramen transversarium durchbohrt und in zwei seitliche Spitzen auslaufend beschrieben.

Erster und zweiter Halswirbel.

Durch ihre Form weichen der erste und der zweite Halswirbel erheblich von den übrigen ab. Sie müssen deshalb gesondert beschrieben werden und sind auch durch besondere Namen ausgezeichnet

worden. Der erste Halswirbel wird „Atlas“ genannt, der zweite heißt Epistropheus. Die Benennungen beziehen sich auf die Funktion der genannten Wirbel; der Atlas trägt den Kopf und der Epistropheus ist mit Einrichtungen versehen, die eine Drehung des Kopfes mitsamt dem Atlas um eine vertikale Achse sichern. Wegen dieser Wichtigkeit für die Drehbewegungen des Kopfes haben Atlas und Epistropheus auch den Namen „Drehwirbel“ erhalten und sind als solche den übrigen oder „Beugewirbeln“ gegenübergestellt: nicht ganz mit Recht, da auch diese Wirbel gegeneinander um vertikale Achsen drehbar sind und ihre Beweglichkeit sich durchaus nicht auf die Beugung beschränkt.

Es ist wesentlich der Wirbelkörper, der beim Atlas und beim Epistropheus abweichende Verhältnisse darbietet. Die Körper beider Wirbel vereinigen sich knöchern mit einander; der Bogen des Atlas bleibt selbständig und stellt den Wirbel vor. Dem Bogen des Atlas fehlen die Gelenkfortsätze vollständig; beim Epistropheus sind nur untere Gelenkfortsätze vorhanden; so zeigt sich der zweite Halswirbel weniger vom Wirbeltypus abweichend als der erste.

Zwischen dem Körper des Atlas und dem des Epistropheus ist keine Bandscheibe vorhanden.

Atlas. Der erste Halswirbel besteht aus zwei seitlichen Massen (massa lateralis), die durch ein ventrales und ein dorsales Bogenstück (arcus anterior und arcus posterior) miteinander verbunden sind. Dadurch erhält der Atlas eine Ringform (Fig. 32 *a* u. *b*).

Der ventrale Bogen des Atlas findet kein Analogon bei den übrigen Wirbeln; Massae laterales und dorsaler Bogen entsprechen dem Wirbelbogen.

Jede seitliche Masse trägt an der cranialen und an der caudalen Endfläche eine überknorpelte Grube; die craniale (fovea articularis superior) ist von elliptischem Umriß, konkav und zur Aufnahme eines Condylus des Hinterhauptsbeins bestimmt (Fig. 32 *a*). Oefters wird der Knorpelüberzug der Grube durch eine quere Spalte in zwei Felder geteilt. Die caudale Gelenkfläche (facies articularis inferior) ist kreisrund; sie ist von geringer Konkavität und wird durch eine transversal gestellte Knorpelleiste durchzogen (Fig. 32 *b*). Die caudalen Gelenkflächen dienen zur Verbindung des Atlas mit dem Epistropheus.

Der ventrale Bogen (arcus anterior), der beide Massae laterales verbindet, trägt einen medianen Höcker (tuberculum anterius, Fig. 32 *a*). Diesem gegenüber, dem Foramen vertebrale zugewandt, befindet sich eine Gelenkfläche (fovea dentis), an welcher ein Fortsatz des Epistropheus, der dens epistrophei, artikuliert.

Der dorsale Bogen des Atlas ist der mittlere Teil des eigentlichen Wirbelbogens. Da, wo der Bogen aus der Massa lateralis hervorgeht, läuft über seine craniale Fläche eine Furche (sulcus arteriae vertebralis, Fig. 32 *a*), ein Abdruck der für das Gehirn bestimmten Arterie, welche durch den Spalt zwischen Bogen des Atlas und Hinterhaupt in die Schädelhöhle gelangt. Oft wird diese Furche durch eine Knochenspange überbrückt.

Der Dornfortsatz des Atlas ist sehr schwach entwickelt; er ist auf einen medianen Höcker reduziert und wird als Tuberculum posterius bezeichnet (Fig. 32 *a*). Auch der Querfortsatz ist kurz; er entspringt von der Verbindungsstelle des dorsalen Bogens mit der

Massa lateralis. Mit der von der Massa lateralis selbst kommenden Halsrippe ist der Querfortsatz durch eine breite Knochenbrücke in Verbindung gesetzt, die bis zur Spitze hin Querfortsatz und Halsrippe

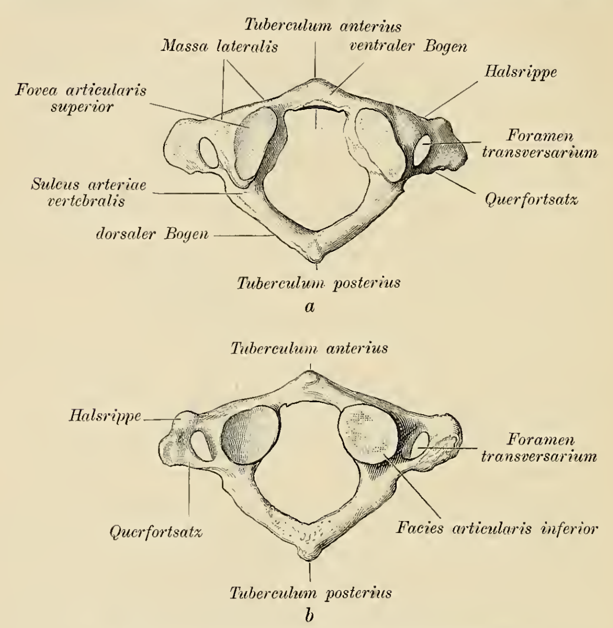


Fig. 32. Atlas, *a* von oben, *b* von unten her gesehen.

verbindet (Fig. 32 *a* u. *b*). Daher kommt es, daß der „Querfortsatz" des Atlas nicht in zwei Spitzen ausläuft, sondern abgerundet endigt. Das Foramen transversarium verhält sich wie bei den übrigen Halswirbeln.

Die vom Atlas umschlossene Oeffnung begreift außer dem Foramen vertebrale noch den Raum, der für die Aufnahme des Dens epistrophei vorhanden ist. Dieser liegt zwischen den beiden Massae laterales und ist enger als das Foramen vertebrale selbst. Eine durch die Wurzel des dorsalen Bogens gelegte Frontalebene bildet die ventrale Grenze des Foramen vertebrale am Atlas.

Epistropheus. Der zweite Halswirbel (Axis der Engländer und Franzosen) weicht viel weniger von den übrigen Halswirbeln ab als der Atlas. Es ist ein deutlicher Wirbelkörper vorhanden, dessen craniale Fläche breiter als die caudale ist (Fig. 33 *a* u. *b*).

Dieselbe zerfällt in drei Felder, ein mittleres und zwei seitliche; das Mittelfeld wird eingenommen durch einen cylindrischen, am crani-

alen Ende abgerundeten Zapfen, den Zahnfortsatz (dens epistrophei), die seitlichen Felder sind überknorpelt und dienen der Gelenkverbindung zwischen Atlas und Epistropheus (Fig. 33 *a*, facies articularis superior). Auch der Zahnfortsatz trägt an der ventralen Fläche, unterhalb der Spitze, eine Gelenkfläche (facies articularis anterior, Fig. 33 *b*), die auf der Fovea dentis des Atlas aufruht.

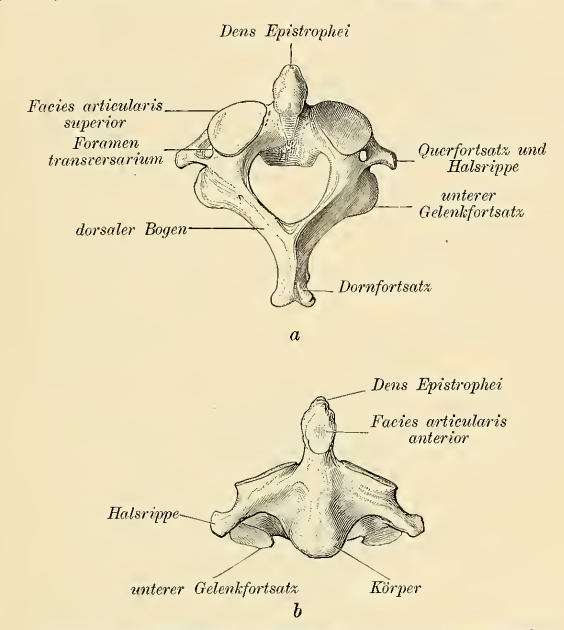


Fig. 33. Epistropheus, *a* von hinten und oben, *b* von vorn gesehen.

Der Bogen trägt einen deutlichen, in zwei Spitzen geteilten Dornfortsatz (Fig. 33 *a*); die oberen Gelenkfortsätze fehlen, aber die unteren sind vorhanden und mit ihren Flächen so gestellt wie bei den folgenden Halswirbeln (Fig. 33 *a* u. *b*).

Halsrippe und Querfortsatz sind kurz, und wie beim Atlas findet man sie lateral vom Foramen transversarium zu einer einzigen Masse verschmolzen (Fig. 33 *a*).

Wie die Entwickelung lehrt, gehören der Dens epistrophei und die Facies articulares superiores zum Wirbelkörper des Atlas.

2. Brustwirbel, Vertebrae thoracales.

Die Brustwirbel sind zwölf an der Zahl. Die ihnen entsprechenden Rippen behalten die ursprüngliche Selbständigkeit zeitlebens bei

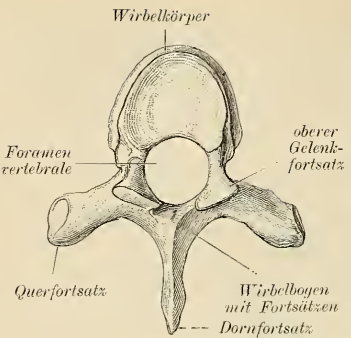


Fig. 34. Brustwirbel, von der cranialen Fläche her gesehen.

und verbinden sich mit den Brustwirbeln durch Gelenke. Darum enthalten die Brustwirbel nur das, was zu einem Wirbel gehört, und zeigen den Wirbeltypus am reinsten.

Der Wirbelkörper entspricht einem dreiseitigen Prisma mit abgerundeten Winkeln und einer dorsalwärts gerichteten, konkaven Seite (Fig. 34); der eine Winkel liegt ventral in der Medianebene, die anderen schauen lateralwärts. Der sagittale Durchmesser überwiegt den transversalen; die Endflächen sind plan.

Die Seitenfläche des Wirbelkörpers trägt am cranialen und am caudalen Rande je eine kuglige Gelenkfläche (fovea costalis superior et inferior, Fig. 35 *b*), von denen die craniale die größere ist; am 11. und 12. Brustwirbel findet sich nur eine einzige seitliche Gelenkfläche vor, die in der Mitte der Höhe des Wirbelkörpers liegt (Fig. 36).

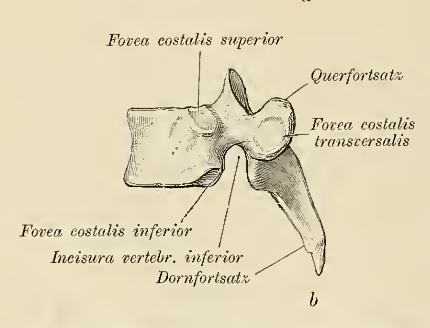


Fig. 35. Brustwirbel, *a* von vorn, *b* von der Seite gesehen.

Das Foramen vertebrale ist kreisrund (Fig. 34), sein Durchmesser viel geringer als im Bereich der Halswirbelsäule.

Der Bogenhals, an die craniale Hälfte des Wirbelkörpers befestigt, setzt sich gegen die seitliche Masse, aus der der starke Querfortsatz entsteht, gut ab. Zwischen dem Bogenhals, dem Wirbelkörper und dem unteren Gelenkfortsatz findet sich die tiefe Incisura vertebralis inferior (Fig. 35 *b*). Durch das Hinzutreten des nächst folgenden Wirbels wird sie zu einer ringsgeschlossenen Oeffnung ergänzt und heißt dann „Foramen intervertebrale“.

Die oberen und unteren Gelenkfortsätze sind gut ausgebildet; die Gelenkflächen stehen in frontalen Ebenen (Fig. 35 *b*).

Der Querfortsatz ist ziemlich lang, solide und weicht aus der transversalen Richtung dorsalwärts ab (Fig. 34). Nahe der Spitze trägt er eine ventralwärts gerichtete Gelenkgrube (fovea costalis transversalis Fig. 35 *a* u. *b*), die zur Verbindung mit dem Rippenhöcker bestimmt ist. Auf der dorsalen Fläche des Querfortsatzes entspricht dieser Grube eine Verdickung, die den Sehnen des Musculus longissimus dorsi zur Insertion dient. Von HENLE ist sie als „Wirbeltuberosität" bezeichnet worden.

Fovea costalis

Dorn-fortsatz

unterer Gelenkfortsatz

Fig. 36. Letzter Brustwirbel, Profil.

Der Dornfortsatz ist lang, kräftig und stark, mit dem freien Ende caudalwärts gerichtet (Fig. 35 *b*). Auf dem Querschnitt ist er dreiseitig, die Kante sieht cranialwärts. Das Ende selbst ist

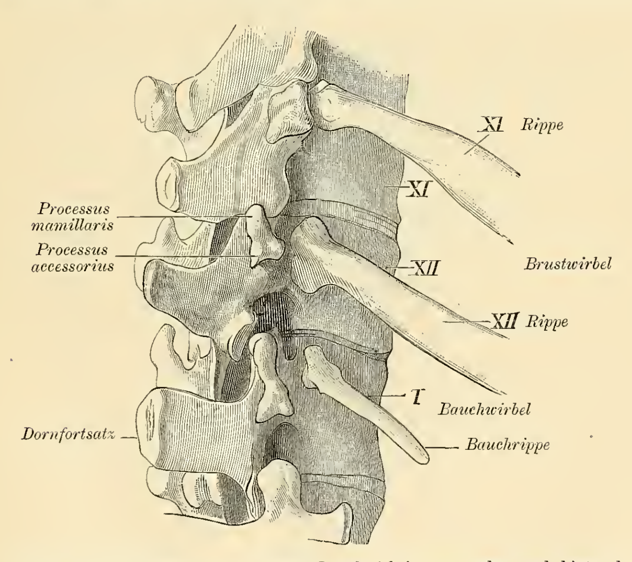


Fig. 37. Untere Brustwirbel und erster Bauchwirbel, von rechts und hinten her gesehen. Processus mamillaris und Processns accessorius. Es ist eine 13. Rippe, am 1. Bauchwirbel, vorhanden.

leicht verdickt und kann durch die Weichteile des Rückens durchgefühlt werden.

Die beiden letzten Brustwirbel weichen etwas von den vorhergehenden ab. Am Körper überwiegt der transversale Durchmesser den sagittalen; auf der Seitenfläche ist nur eine einzige Fovea costalis vorhanden (Fig. 36). Der Dornfortsatz ist gerade nach hinten gerichtet und erscheint wie eine hohe, vierseitige Platte (Fig. 36); statt der „Tuberosität" an der Spitze des Querfortsatzes sind zwei Höcker vorhanden, ein medialer und ein lateraler. Der mediale ist etwas cranialwärts gerückt.

Es wird der mediale Höcker als „processus mamillaris" bezeichnet; der laterale heißt „processus accessorius" (Fig. 37).

Dem Querfortsatz des 11. und 12. Brustwirbels fehlt die Fovea costalis.

3. Bauchwirbel, Vertebrae lumbales.

Die Reihe der Bauchwirbel zeigt uns den Wirbelkörper, ebenso Bogen und Fortsätze, am massigsten entwickelt. Der Querschnitt des Wirbelkörpers ist queroval wie seine Endflächen (Fig. 38 *a*),

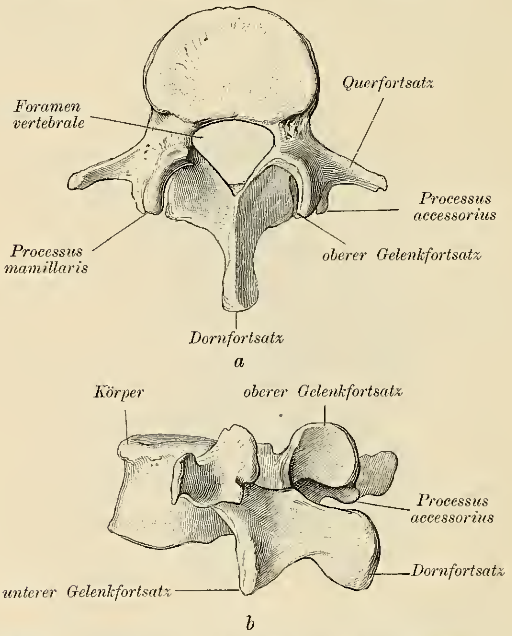


Fig. 38. Bauchwirbel, *a* von oben, *b* von der Seite gesehen.

und der transversale Durchmesser überwiegt den sagittalen; die Seitenflächen des Körpers zeigen keinerlei Gelenkfläche und unterscheiden sich dadurch von den unteren Brustwirbeln. Das Foramen vertebrale ist etwas weiter als an den Brustwirbeln und hat eine dreieckige Form (Fig. 38 *a*). Vergleicht man die Stellung des Bogens zum Körper an Brustwirbeln und Bauchwirbeln, so ist der Wirbelbogen bei den Bauchwirbeln caudalwärts verschoben (Fig. 38 *b*). Der Bogen endigt in einen massiven, horizontal gerichteten Dornfortsatz. Die Gelenkfortsätze sind gut entwickelt; die Gelenkflächen stehen in sagittalen Ebenen.

Der Processus mamillaris und der Processus accessorius sind auch bei den Bauchwirbeln vorhanden; der Proc. mamillaris ist durch einen Wulst am dorsalen Rande des oberen Gelenkfortsatzes dargestellt, der Proc. accessorius liegt etwas lateralwärts davon, auf der Wurzel des Querfortsatzes (Fig. 38 *a*, *b*).

Der Querfortsatz ist schwächer als bei den Brustwirbeln; er nimmt vom 1. bis zum 3. Bauchwirbel an Länge zu, dann wieder ab. Es ist in ihm eine Rippe enthalten, die gelegentlich am 1. Bauchwirbel selbständig wird; dann ist der Querfortsatz selbst sehr kurz (vergl. Fig. 37).

4. Verschmolzene Wirbel.

a) Kreuzbein (os sacrum).

Das Kreuzbein stellt ein mächtiges, ventralwärts konkaves, nach dem caudalen Ende zu sich verschmälerndes Skeletstück vor, das bei der Betrachtung von der ventralen wie von der dorsalen Seite her in drei Abteilungen zerfällt, ein Mittelstück und zwei seitliche Massen (Fig. 39).

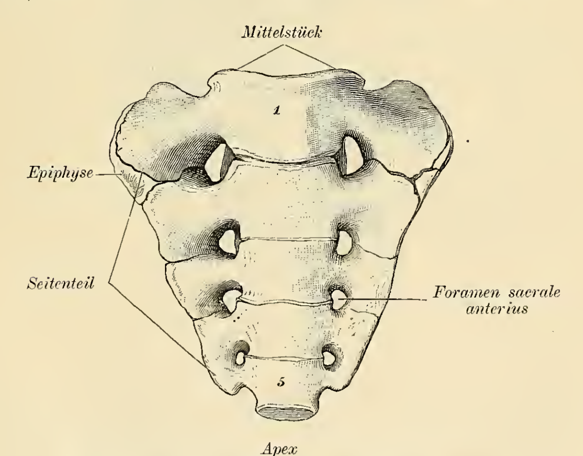


Fig. 39. Kreuzbein, von der ventralen Seite her gesehen.

Die Trennung wird durch zwei Reihen von Kanälen bewirkt, die das Kreuzbein in sagittaler Richtung durchsetzen; die Eingänge in die Kanäle sind rundliche Oeffnungen an der ventralen und an der dorsalen Seite und werden als „foramina sacralia anteriora und posteriora" bezeichnet (Fig. 39). Auf jeder Seite sind vier Kanäle und demnach vier Foramina sacralia vorhanden. Legt man durch die Reihe der Oeffnungen jederseits eine sagittale Ebene, so trennt diese das Mittelstück von der seitlichen Masse (pars lateralis); die beiden Ebenen fassen das Mittelstück zwischen sich.

Die craniale Fläche des Kreuzbeins, die mit dem 5. Bauchwirbel verbunden ist, heißt Basis; das caudale, verschmälerte Ende wird als Apex aufgeführt.

Das Mittelstück des Kreuzbeins wird durch vier Leisten, die über die ventrale Fläche in querer Richtung herüberlaufen, in fünf Abteilungen geteilt (Fig. 39); die Leiste ist auf den Mittelpunkt des betreffenden Foramen sacrale hin gerichtet. Jede dieser Abteilungen entspricht der Vorderfläche eines Wirbelkörpers. Bei jugendlichen Kreuzbeinen setzt sich, jenseits des Foramen sacrale, die Leiste fort als feine Spalte (Fig. 39); dann erscheint auch die Pars lateralis in Segmente zerlegt, deren jedes zu einer Abteilung des Mittelstückes gehört und ähnlich liegt wie die Halsrippe zum Halswirbel. Auf der dorsalen Fläche des Kreuzbeins ist gleichfalls das Mittelstück von

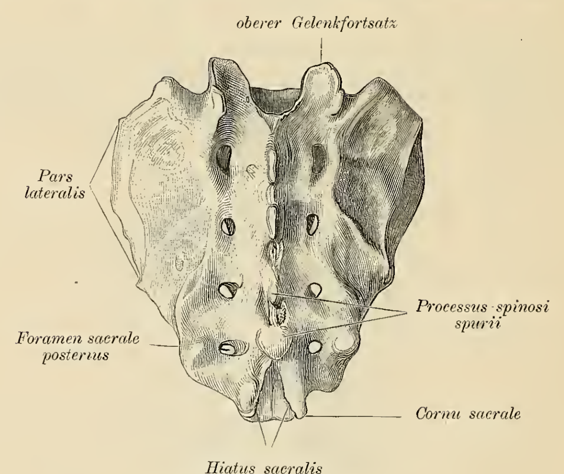


Fig. 40. Kreuzbein von hinten.

den Seitenteilen getrennt durch die beiden Reihen der Foramiua sacralia posteriora (Fig. 40). Das Mittelstück ist in der Medianlinie mit einer Reihe kurzer Höcker besetzt, die ebenso oft zu einer medianen Firste verschmelzen, als selbständig erscheinen; sie liegen in der Fortsetzung der Reihe der Dornfortsätze und heißen „processus

spinosi spurii" (wenn sie zu einer Leiste verwachsen sind, kann man von einer Crista sacralis media sprechen). Caudal von dem letzten Processus spurius ist das Mittelstück durch einen Einschnitt gespalten, der sich caudalwärts verbreitert; das ist der Hiatus sacralis, durch den sich der Kreuzbeinkanal nach außen öffnet. Wenn die beiden, den Hiatus sacralis lateral begrenzenden Ränder in Form kurzer Zapfen das caudale Ende des Kreuzbeins überragen, so nennt man sie „cornua sacralia".

Am oberen Ende des Kreuzbeins sind dem Mittelstück zwei Gelenkfortsätze angefügt, die mit den unteren Gelenkfortsätzen des letzten Bauchwirbels artikulieren (Fig. 40).

Die dorsale Fläche der Seitenteile ist durch schräg gestellte, leistenförmige Erhabenheiten unterbrochen und durchweg rauh.

Trennungslinien, die die Seitenteile in aufeinander folgende Segmente zerlegen, nimmt man an der dorsalen Seite nur an Kreuzbeinen von Kindern wahr, die das 7. Lebensjahr noch nicht vollendet haben.

Die Segmente, die wir am Mittelstück des Kreuzbeins stets, an den Seitenteilen nur im Jugendzustande erkennen können, entsprechen den einzelnen Wirbeln, aus deren Verschmelzung das Kreuzbein entstanden ist. Es sind deren fünf, die als erster bis fünfter Kreuzwirbel bezeichnet werden. Das Mittelstück wird durch die Wirbelkörper und die zugehörigen Bogen mit den Dornfortsätzen gebildet; die Seitenteile entsprechen den Rippen und den Querfortsätzen.

Die Kanäle, die das Kreuzbein in sagittaler Richtung durchsetzen, liegen so, wie die Zwischenräume zwischen den Querfortsätzen zweier aufeinander folgenden Wirbel; sie werden dadurch lateral geschlossen, daß die den Rippen und Querfortsätzen entsprechenden Stücke sich verbreitern, bis zur Berührung einander nähern und endlich knöchern verschmelzen.

Auf der dorsalen Seite sind die Bogen knöchern verschmolzen, und die kurzen Dornfortsätze erscheinen als Höcker. Am fünften Kreuzwirbel kommt der Dornfortsatz nicht zur Ausbildung, und die Bogenhälften bleiben getrennt. So entsteht der Hiatus sacralis.

Am Bogen des 1. Kreuzwirbels ist der obere Gelenkfortsatz noch vorhanden (Fig. 40); der untere Gelenkfortsatz aber ist, wie sämtliche übrigen Gelenkfortsätze, nicht mehr deutlich zu erkennen, da am erwachsenen Kreuzbein diese Fortsätze knöchern miteinander verschmelzen. Sie liegen als rauhe Vorsprünge am lateralen Umfang der Foramina sacralia posteriora, und sind als Processus articulares spurii, auch wohl als Cristae sacrales laterales aufgeführt. Man erkennt sie nur an den Kreuzbeinen von Embryonen oder von Kindern aus den ersten Lebensjahren.

Kreuzbeinkanal. Jeder Kreuzwirbel umschließt ein Foramen vertebrale; wenn nun die Wirbelkörper untereinander verschmelzen, entsteht dorsal von den Wirbelkörpern ein Kanal, Canalis sacralis (Fig. 41). Wo die Bogen unterbrochen sind, fehlt dem Kreuzbeinkanal die dorsale Wand; und der Kanal öffnet sich vermittelst des Hiatus sacralis. Wenn alle Wirbel zur Wirbelsäule verbunden sind, bildet die Reihe der Wirbellöcher einen Kanal für das Rückenmark, den Canalis vertebralis; der Kreuzbeinkanal stellt das caudale Ende dieses Kanals vor.

In der seitlichen Wand des Kreuzbeinkanals befinden sich Oeffnungen, die Foramina intervertebralia des Kreuzbeins (Fig. 41). Sie entsprechen ihrer Lage nach ungefähr der Grenze zwischen zwei Wirbelkörpern, und dienen den untersten Rückenmarksnerven zum Durchtritt. Aus dem Kreuzbeinkanal führen diese Foramina intervertebralia in die sagittalen Kanäle, als deren Oeffnungen die Foramina sacralia antt. et postt. beschrieben sind; und die Kreuznerven treten aus diesen Oeffnungen aus.

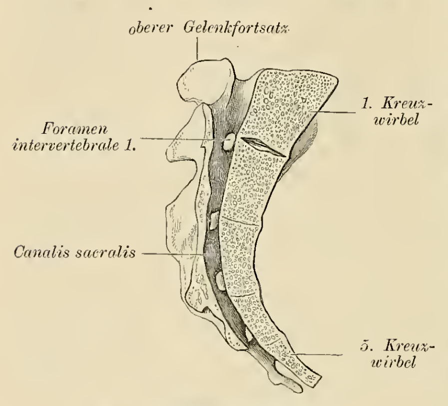


Fig. 41. Kreuzbein, Medianschnitt.

Facies auricularis. Auf seiner lateralen Fläche trägt der Seitenteil des Kreuzbeins, dem ersten und dem zweiten Kreuzwirbel entsprechend, eine Gelenkfläche, die zur Verbindung mit dem Hüftbein dient. Sie heißt Facies auricularis, weil sie ungefähr dem Umriß nach einer Ohrmuschel gleicht, und ist leicht vertieft (Fig. 42).

Beim jugendlichen Kreuzbein erkennt man, daß die überknorpelte Fläche einer Epiphyse angehört, die durch eine Naht von dem Seitenteil des Kreuzbeins getrennt ist (Fig. 39, S. 59). Sie verschmilzt mit dem Körper des Kreuzbeins erst nach dem 18. Lebensjahr.

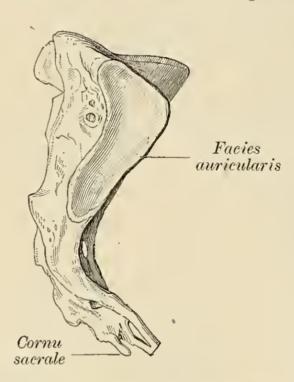


Fig. 42. Kreuzbein, von der lateralen Seite gesehen.

Die Anzahl der Kreuzwirbel sowohl, als die Form, die einzelne Kreuzwirbel aufweisen, ist vielen Schwankungen unterworfen; es ist notwendig, auf diese Variationen des Kreuzbeins näher einzugehen. Es ist die Fünfzahl der Kreuzwirbel nur eine Mittelzahl; nicht selten trifft man Kreuzbeine an, die aus 6 verschmolzenen Wirbeln bestehen. Der zu den typischen 5 Kreuzwirbeln hinzugetretene Wirbel ist entweder der erste oder der letzte in ihrer Reihe; es ist also, mit anderen Worten, entweder der letzte Lendenwirbel oder der erste Steißwirbel in das Kreuzbein einbezogen.

Der hinzugetretene Wirbel ist ganz oder nur zum Teil einem

typischen Kreuzwirbel ähnlich; er ist den Kreuzwirbeln bald mehr, bald weniger assimiliert. Gehört er der Bauchwirbelsäule an, so heißt der mit dem Kreuzbein verbundene Wirbel „lumbosacraler“ Uebergangswirbel; ist er dem Steißbein entzogen, so wird er „sacrocaudaler“ Uebergangswirbel genannt.

Ist ein derartiger Wirbel vollständig assimiliert worden, so erscheint die Zahl der Kreuzbeinlöcher um eins vermehrt; das ist auch der Fall, wenn der assimilierte Wirbel nicht knöchern mit dem Kreuzbein verschmolzen ist, was häufig vorkommt, und nach der Maceration sich vom Kreuzbein trennen läßt. Der assimilierte Wirbel ist durch Ausbildung von 2 Seitenteilen völlig den übrigen Kreuzwirbeln ähnlich geworden.

Letzter Bauchwirbel, unvollständig assimiliert

Fig. 43. Vermehrung der Kreuzwirbel auf 6 durch unvollständige Assimilation des letzten Lendenwirbels.

Nicht selten aber ist der in das Kreuzbein einbezogene Wirbel nur unvollständig assimiliert. Der Seitenteil ist nur an einer Seite ausgebildet, an der anderen aber nicht, und hier trägt der Wirbel einen Querfortsatz, wie die übrigen Bauchwirbel (Fig. 43).

An der Seite, wo eine Pars lateralis sich entwickelt hat, ist der Wirbelkörper höher als an der anderen; die obere Fläche des Kreuzbeins verläuft dann nicht horizontal, sondern schräg (Fig. 43).

Das überzählige Foramen sacrale findet sich nur einseitig vor (Fig. 43).

Die Gelenkfläche für das Hüftbein liegt bei Assimilation des letzten Bauchwirbels öfters auf dem Seitenteil des 2. und 3. Kreuzwirbels, bleibt also auf denjenigen Wirbeln, denen sie normalerweise zugehört; in anderen Fällen aber wird sie cranialwärts verschoben und rückt auf den Seitenteil des assimilierten Wirbels hinauf.

Wenn man einen unvollständig assimilierten lumbosacralen Uebergangswirbel, der nicht knöchern mit dem Kreuzbein verbunden ist, von der cranialen Fläche her betrachtet (Fig. 44), so erkennt man die Art der

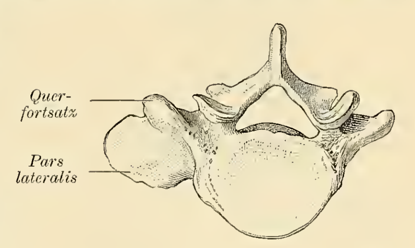


Fig. 44. Unvollständig assimilierter lumbosacraler Uebergangswirbel, von der cranialen Fläche gesehen.

Assimilation. Es ist ventral vom Querfortsatz eine breite Knochenmasse angebildet, von der die Spitze des Querfortsatzes selbst noch deutlich geschieden ist. Es handelt sich also keineswegs um eine Verbreiterung des Querfortsatzes, sondern um eine Neubildung eines Knochenstückes, das sich an die Seitenfläche des Wirbelkörpers, und an die ventrale Fläche des Querfortsatzes anlegt. Eine solche Lage kommt nur den Rippen zu; schon die Betrachtung des ausgebildeten Wirbels führt uns auf die Idee, daß die Bildung einer Pars lateralis an den Kreuzwirbeln auf der Entwickelung einer Rippenanlage beruht.

Sacrocaudale Uebergangswirbel sind seltener als lumbosacrale; es fehlen ihnen Bogen und Gelenkfortsätze. Der Wirbelkörper und die Pars lateralis dagegen sind vorhanden, wie am 5. Kreuzwirbel. Unvollständige Assimilation kommt nicht vor.

b) Steißbein, Os coccygis.

Die auf das Kreuzbein folgenden Wirbel heißen „Caudalwirbel", vertebrae caudales. Ihre Anzahl ist bei den schwanztragenden Säugetieren sehr groß, bei den ungeschwänzten gering. Beim Menschen ist die Zahl der Caudalwirbel variabel; man findet 5, in manchen Fällen auch nur 4 Wirbel vor, die meistens zu einem einzigen Stück verschmolzen sind. Man nennt dieses das Steißbein, Os coccygis. Von den Caudalwirbeln erhält sich der Wirbelkörper; nur am ersten kommen Andeutungen von dorsalen Bogenstücken vor, in Form zweier spitzigen Höcker, die mehr cranialwärts als dorsalwärts gerichtet sind (Fig. 45 *a* und *b*).

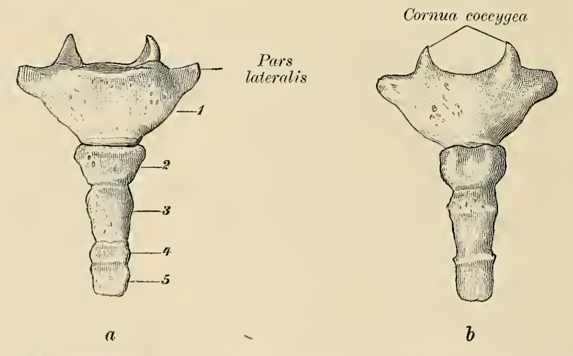


Fig. 45. Das Steißbein, *a* von vorn, *b* von hinten. Die Wirbel mit den Ziffern von 1—5 bezeichnet.

Dieselben kommen den Cornua sacralia entgegen und werden Cornua coccygea genannt. Am 1. Steißwirbel ist noch eine Andeutung einer Pars lateralis, neben dem Cornu coccygeum, zu erkennen (Fig. 45). Bei den übrigen Wirbeln aber verschwindet diese ganz, und die Wirbelkörper allein, sich rasch verschmälernd, bleiben übrig. Oefters verschmelzen die Caudalwirbel so vollständig miteinander,

daß die Grenzen nicht mehr nachzuweisen sind, und dann ist die Zahl der Caudalwirbel überhaupt nicht mit Sicherheit zu bestimmen; dabei liegen die Wirbelkörper in einer Reihe, oder sie sind gegeneinander seitlich verlagert. Dann krümmt sich das Steißbein nach der ventralen Seite oder auch lateralwärts.

Der 1. Caudalwirbel bleibt öfters gegen die übrigen beweglich; der 2. bis 5. sind dagegen meistens verschmolzen.

Die Wirbelsäule als Ganzes.

Es wurde schon kurz erwähnt, in welcher Weise die Wirbelkörper zu einer Säule verbunden werden. Die Wirbelkörper sind vereinigt durch zwischengelagerte, aus Faserknorpel bestehende Ringe, die Ligg. intervertebralia; die Bogen und die Dornfortsätze werden zusammengehalten durch starke Bandmassen, die Ligg. intercruralia und die Ligg. interspinalia. Zur Erhöhung der Festigkeit dieser Verbindungen dienen 3 lange Bänder, die vom Kopfende an längs der Wirbelsäule sich erstrecken; das eine verläuft an der ventralen, das andere an der dorsalen Fläche der Wirbelkörper, das dritte verbindet die Spitzen der Dornfortsätze miteinander. Von der Verbindung der Wirbelkörper miteinander hängt hauptsächlich die Beweglichkeit der Wirbelsäule ab. Ist nun auch eine Besprechung der Eigenschaften, die der Wirbelsäule im ganzen zukommen, erst nach genauer Beschreibung der Bänder möglich, so können hier doch einstweilen einige Punkte behandelt werden, die ohne specielle Bänderkenntnis verständlich sind.

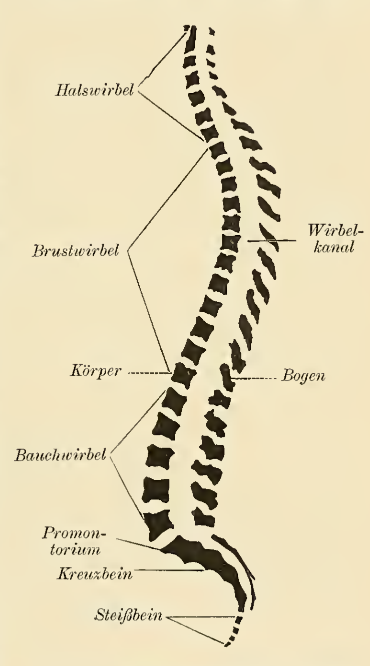


Fig. 46. Medianschnitt der Wirbelsäule nach HENLE.

I. Die Krümmungen der Wirbelsäule. Bei aufrechter Haltung zeigt die Wirbelsäule regelmäßig eine Zusammensetzung aus gekrümmten Abschnitten; die Krümmungen liegen in der Medianebene, und es sind der Halsteil und der Bauchteil ventralwärts konvex, der Brustteil und der Beckenteil ventralwärts konkav. Nur der Beckenteil besitzt eine unveränderliche Krümmung, weil die Kreuzwirbel und die Steißwirbel

miteinander knöchern verwachsen; die Krümmungen in den Abschnitten der beweglichen Wirbelsäule sind veränderlich.

Die Beckenkrümmung beginnt mit einem Vorsprunge, dem Promontorium (Fig. 46), der durch den oberen Rand des 1. Kreuzwirbels dargestellt wird. Ursprünglich, bei ganz jungen Embryonen, existiert die Knickung der Wirbelsäule am Promontorium nicht; sie bildet sich aber im 4. embryonalen Monat schon aus, und es ist der spätere zweite Kreuzwirbel, dessen cranialer Rand den Scheitel der Knickung darstellt. Das Promontorium verschiebt sich dann um einen Wirbel cranialwärts, indem der spätere 1. Kreuzwirbel die Richtung des 2. annimmt und gegen die Bauchwirbel sich dadurch absetzt. Noch bei Embryonen aus dem 7. Monat kann man den endgiltigen 1. Kreuzwirbel in einer Mittelstellung zwischen dem Beckenteil und dem Bauchabschnitt der Wirbelsäule finden. Diese Verschiebung des Promontoriums hängt damit zusammen, daß die Bauchwirbelsäule beim jungen Embryo regelmäßig 6 Wirbel aufweist, und daß der 6. Bauchwirbel dann in die Anlage des Kreuzbeins einbezogen wird. Erst mit dieser Einbeziehung ändert sich die Stellung der ventralen Fläche des betreffenden Wirbels und wird gleich der, die die übrigen Kreuzwirbel besitzen. Die Bildung des Promontoriums ist die einzige deutlich hervortretende Verbiegung, die die Wirbelsäule während des embryonalen Lebens erfährt. Nach der Geburt treten dann die typischen Krümmungen im Bereich der aus den „wahren Wirbeln" gebildeten Säule auf, und werden deutlich mit der aufrechten Haltung, die beim Gehen und Stehen angenommen wird. Ist die regelmäßige Krümmung im Halsteil, Brustteil, Bauchteil der Wirbelsäule einmal ausgebildet, so wechselt der Grad der Krümmung und erweist sich abhängig von der Neigung, die die Eingangsebene des Beckens gegen die Horizontale hat. Je größer der Winkel ist, den die Eingangsebene des Beckens mit der Horizontalebene bildet, desto stärker treten die Krümmungen der Wirbelsäule hervor; dabei ist die Krümmung im Bauchteil und im Halsteil mehr veränderlich, als im Brustteil der Wirbelsäule.

Der ständigen, habituellen Krümmung ist die Form der Wirbelkörper in den einzelnen Abschnitten angepaßt; ebenso die Form der Bandscheiben (ligg. intervertebralia). Nach den Messungen von Aeby sind die Körper der Halswirbel, am ventralen und am dorsalen Rande, vorn und hinten gemessen, fast gleich hoch; es ist die Höhe des Wirbelkörpers am Wirbelkanal etwa 0,4 mm beträchtlicher als an der ventralen Fläche. Die Krümmung der Halswirbelsäule kommt auf Rechnung der Bandscheiben, die keilförmig, mit dorsalwärts gerichteter Schneide, sind.

Am Brustteil ist die Höhe der Wirbelkörper am Wirbelkanal beträchtlicher, als an der ventralen Fläche; besonders kann man dies innerhalb der caudalen Hälfte feststellen. Die Bandscheiben sind vorn und hinten gleich hoch, und es wird die Krümmung der Brustwirbelsäule hervorgerufen durch eine Keilform der Wirbelkörper. Auch in der Bauchwirbelsäule sind die Wirbelkörper keilförmig mit dorsalwärts stehender Schneide, und es tritt die Keilform deutlich hervor, weil die Differenzen in der Höhe vorn und hinten beträchtlich sind; z. B. ist der Körper des 5. Bauchwirbels an der ventralen Fläche 8 mm höher als an der dorsalen.

II. Wirbelkanal. Wenn die Wirbel sich zur Säule zusammen-

fügen, so wird durch die übereinander geordneten Foramina vertebralia ein Kanal gebildet, Canalis vertebralis. Er bildet eine Verlängerung des Schädelraums in caudaler Richtung; die ventrale Wand wird durch Wirbelkörper und Bandscheiben, die dorsale Wand durch die Bogen und die Ligg. intercruralia gebildet. Der Querschnitt des Kanals ist im Bereich der Halswirbelsäule dreieckig, im Brustteil der Wirbelsäule kreisförmig, wird im Bauchteile wieder dreieckig und plattet sich innerhalb des Kreuzbeines noch etwas ab, so daß er zu einer queren Spalte wird. Diese öffnet sich durch den Hiatus sacralis nach außen. Zwischen je 2 Wirbeln führt von jeder Seite her in den Kanal eine rundliche Oeffnung, das Foramen intervertebrale; es wird durch Zusammentreten der Incisura vertebralis superior und der Incisura vertebralis inferior zweier benachbarten Wirbel gebildet. Die in den Kanal eintretenden Gefäße und die aus dem Rückenmark kommenden Nerven treten durch das Foramen intervertebrale hindurch.

Die Foramina intervertebralia werden, vom Kopf anfangend, gezählt; das erste liegt zwischen dem Epistropheus und dem 3. Halswirbel. Da der Atlas gar keine, und der Epistropheus keine oberen Gelenkfortsätze besitzt, so giebt es zwischen Hinterhauptbein und Atlas ebensowenig ein Foramen intervertebrale, als zwischen Atlas und Epistropheus. Die Nerven treten hier dicht am Wirbelkörper aus den Spalten zwischen den Bogen aus.

III. Innere Proportionen der Wirbelsäule. Bei Männern beträgt, bei einer Gesamtlänge der beweglichen Wirbelsäule von 59,5 cm,

die Länge des Halsteils 13,3 cm
„ „ „ Brustteils 28,0 „
„ „ „ Bauchteils 18,2 „

Setzt man die ganze Länge der beweglichen Wirbelsäule = 100, so kommen auf den Halsteil 22,4, auf den Brustteil 47,1 auf den Bauchteil 30,5.

Bei Weibern ist im Mittel die Wirbelsäule kürzer als bei Männern; bei einer Gesamtlänge von 55,8 cm kommen auf

den Halsteil 12,0 cm
„ Brustteil 26,0 „
„ Bauchteil 17,8 „

Setzt man wieder die Gesamtlänge = 100, so beträgt die Länge des Halsteils 21,5, des Brustteils 46,6, des Bauchteils 31,9.

Ravenel, dessen Arbeit die obigen Angaben entnommen sind, kommt zu der Folgerung, daß die Bauchwirbelsäule bei Weibern verhältnismäßig länger ist, als bei Männern; daß hingegen der Halsteil und der Brustteil kürzer sind im Verhältnis zur Gesamtlänge, als bei Männern der Fall ist. Die Bauchwirbelsäule ist auch bei Weibern stärker gekrümmt, als bei Männern.

IV. Zahl der Wirbel in den einzelnen Abschnitten. Es wurde schon erwähnt, daß meistens 34 Wirbel ausgebildet werden, die man vom Kopf an zählt; die Halswirbelsäule beginnt mit dem 1., die Brustwirbelsäule mit dem 8., die Bauchwirbelsäule mit dem 20. Wirbel, das Kreuzbein mit dem 25., das Steißbein mit dem 30. Wirbel. Es kommt nun vor, daß bei gleich bleibender Gesamtzahl der Wirbel die Grenze der einzelnen Abschnitte gegeneinander sich verschiebt; dabei wird eine Abteilung um einen Wirbel

vermindert, die benachbarte um einen Wirbel vermehrt. Ferner wird beobachtet, daß die Zahl der Wirbel eines Abschnittes vermehrt ist, ohne daß die Vermehrung auf Kosten eines angrenzenden Abschnittes erfolgt wäre; dann ist in die Reihe der Wirbel ein überzähliges Stück „eingeschaltet“ worden.

Als konstant müssen wir die Zahl der Halswirbel betrachten. Wir finden immer 7 Wirbel am Hals vor, und das Vorkommen einer beweglichen Rippe am 7. Halswirbel, das diesen einem Brustwirbel ähnlich macht, genügt noch nicht, um diesen Wirbel der Brustwirbelreihe zuzurechnen. Die craniale Grenze der Brustwirbelsäule ist unverschieblich, und der 8. Wirbel ist immer der 1. Brustwirbel. Hingegen ist die caudale Grenze der Brustwirbelsäule eine schwankende. Es kann 1) der 20. Wirbel noch eine bewegliche Rippe tragen, und dadurch die Anzahl der Brustwirbel auf 13 steigen; 2) ist es möglich, daß dem 19. Wirbel die Rippe fehlt, und daß nur 11 Brustwirbel vorhanden sind. Dieses Verhalten der Brustwirbelsäule ist von Einfluß auf die Zahl der Bauchwirbel. Wenn die Anzahl der Wirbel im ganzen nicht geändert ist, so haben wir im ersten Fall 4 Bauchwirbel, während im 2. Fall deren 6 vorhanden sind. In beiden Fällen aber beginnt das Kreuzbein mit dem 25. Wirbel, und die bewegliche Wirbelsäule besteht aus 24 Stücken.

Anders erscheint die Wirbelsäule, wenn die Anzahl der beweglichen Wirbel (wahren Wirbel) um einen Wirbel vermehrt ist, wenn ein Wirbel „eingeschaltet“ ist. Dann finden sich entweder 13 rippentragende „Brustwirbel“ und 5 „Bauchwirbel“ vor, oder es sind 12 Brustwirbel und 6 Bauchwirbel vorhanden. In beiden Fällen beginnt das Kreuzbein erst mit dem 26. Wirbel. Um eine Einschaltung eines Wirbels zu erkennen, muß man stets die Gesamtzahl der Wirbel feststellen; die Berücksichtigung etwa des Brustteils und des Bauchteils allein genügt nicht.

Nun kann auch die Anzahl der Bauchwirbel um einen Wirbel vermindert werden durch Assimilation des letzten Bauchwirbels an das Kreuzbein. Diese Assimilation tritt sehr oft ein und findet sich ebenso oft bei Vermehrung der beweglichen Wirbel auf 25 Stück, wie bei der normalen Zahl von 24 Wirbeln. Beim Embryo hat, wie Rosenberg fand, regelmäßig in frühen Stadien die Bauchwirbelsäule, bei normaler Gesamtzahl der Wirbel, 5 Stück; der 21. Wirbel ist der erste Bauchwirbel, der 26. Wirbel ist der embryonale 1. Kreuzwirbel. Dann wird der 25. Wirbel dem Kreuzbein assimiliert; das Kreuzbein wandert nachweisbar während der embryonalen Lebenszeit um einen Wirbel nach dem Schädel hin vorwärts.

Wenn beim Embryo der 26. Wirbel noch 1. Kreuzwirbel ist, so trägt der 20. Wirbel noch eine deutliche Rippe; die Brustwirbelsäule reicht vom 8. bis zum 21. Wirbel. Die 13. Rippe nun geht beim Embryo in ungefähr 65 Proz. der Fälle verloren und wird in den Querfortsatz des 20. Wirbels einbezogen. Während also die Bauchwirbelsäule den 25. Wirbel an das Kreuzbein abgiebt, erwirbt sie den 20. Wirbel von der Brustwirbelsäule. Bei gleich bleibender Stückzahl schiebt sich die Bauchwirbelsäule um einen Wirbel cranialwärts vor. In 30 Proz. der Fälle geht nun auch noch die 12. Rippe verloren, und dann ist der 19. Wirbel der Reihe schon der 1. Bauchwirbel.

Finden wir die Anzahl der beweglichen Wirbel um einen Wirbel größer, so ist eigentlich von keiner Einschaltung eines Wirbels

die Rede, sondern es hat sich die embryonale Gliederung der Wirbelsäule erhalten, bei der das Kreuzbein mit dem 26. Wirbel beginnt; finden wir 13 Brustwirbel und 4 Bauchwirbel vor, so ist zwar der 25. Wirbel in das Kreuzbein übernommen, aber die embryonale Zahl der Rippen ist erhalten geblieben. Immerhin besteht eine Tendenz, die Wirbelsäule zu verkürzen und den Kreuzbeinabschnitt cranialwärts zu verlagern.

Das Steißbein hängt ganz vom Verhalten des Kreuzbeins ab. Ist der 26. Wirbel der 1. Kreuzwirbel, so beginnt das Steißbein mit dem 31. Wirbel, im anderen Fall mit dem 30. Der letzte Steißwirbel ist meistens der 34. der Reihe, seltener der 33.; es kann der letzte Wirbel also ganz verloren gehen.

Neuere Litteratur.

Hasse, *Entwickelung des Atlas und Epistropheus, Anatomische Studien I* 1873.

Bardeleben, *Beiträge zur Anatomie der Wirbelsäule, Jena* 1874, 3 *Taf.*

Rosenberg, *Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und das Os centrale carpi des Menschen, Morphol. Jahrbuch* 1. *Bd.* 1874.

A. Froriep, *Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule I u. II, Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch* 1883 *u.* 1886.

Steinbach, *Ueber die Zahl der Caudalwirbel beim Menschen, Berliner Dissertation* 1889.

v. Bardeleben, *Artikel „Wirbelsäule" in Eulenburg's Realencyklopädie* 1890.

Dürr, *Ueber Assimilation des letzten Bauchwirbels an das Kreuzbein, Zeitschr. f. ration. Medizin, III. Reihe* 8. *Bd*

Gegenbaur, *Zur Bildungsgeschichte lumbosacraler Uebergangswirbel, Jenaische Zeitschr.* 7. *Bd.*

Frenkel, *Beiträge zur anatomischen Kenntnis des Kreuzbeins der Säugetiere, ebendas.*

Aeby, *Die Altersverschiedenheiten der menschlichen Wirbelsäule, Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abteil.* 1879.

Raab, *Ueber Zustandekommen und Bedeutung der Assimilation des letzten Lendenwirbels, Wiener med. Jahrbücher* 1880.

Ravenel, *Die Maſsverhältnisse der Wirbelsäule und des Rückenmarks beim Menschen, Zeitschr. f. Anat. u Entwickelungsgesch.* 2. *Bd.* 1877.

F. Merkel, *Ueber den Bau der Lendenwirbelsäule, Arch. f. Anat. u. Physiol., Anatom. Abteil.* 1877.

Bouland, *Recherches anatomiques sur les courbures normales du rhachis etc., Journal de l'anatomie et de la physiologie, Tome* 8.

Ballantyne, *The spinal column in the infants, Edinburgh medical Journal* 1892.

Cunningham, *The lumbar curve in man and the apes, Cunningham Memoirs No.* 2; *Royal Irish Academy* 1886.

Die Entwickelung der Wirbelsäule.

Schon in dem Abschnitt über die Entstehung des Skelets innerhalb der Leibeswand ist die erste Anlage der Wirbelsäule erwähnt worden. Die Wirbelkörper bilden sich in der skeletogenen Schicht, welche die Chorda dorsalis umgiebt; die dorsalen Wirbelbogen entstehen, unabhängig von der Anlage der Wirbelkörper, im medialen Abschnitte der Muskelsepten, da, wo das Muskelseptum die Hülle des Centralnervensystems berührt. Die Rippen bilden sich ebenfalls im Myoseptum aus, unabhängig vom Wirbelkörper. Der Wirbelkörper tritt mit 2 dorsalen Bogen zu einem einzigen Gebilde, dem Wirbel, zusammen; die Rippe nähert sich dem Wirbel bis zur Berührung und erscheint dann wie ein abgegliederter Anhang desselben.

Der komplizierte Bau des Wirbels rührt also daher, daß verschiedene, unabhängig voneinander entstandene Skeletstücke zu einem einzigen Organ zusammentreten.

Bei der Bildung der Wirbelsäule der Urodelen treten diese Vorgänge außerordentlich klar hervor. Der Wirbelkörper (Fig. 47)

ist hier der Anlage nach in der Mitte dünner als an den Enden, und es entstehen die Enden zuerst in Form von 2 Knorpelringen, die in einigem Abstand voneinander um die Chorda herumgelegt sind. Der dorsale Bogen kommt mit seiner Basis gerade in der Mitte zwischen den beiden Ringen mit der Chordascheide in Berührung (Fig. 47). Seine Basis entspricht der Mitte des späteren Wirbelkörpers. Der dorsale Bogen liegt innerhalb eines Myoseptums; die Enden des Wirbelkörpers liegen ungefähr der Mitte der beiden Muskelsegmente gegenüber, die durch das Myoseptum getrennt werden.

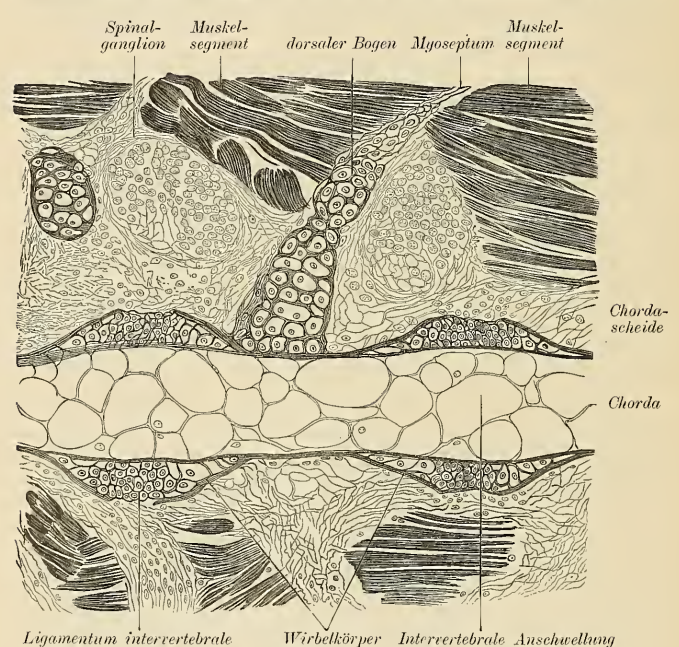


Fig. 47. Tritonlarve, sagittaler Längsschnitt. Anlage des Wirbelkörpers und des dorsalen Bogens.

Caudalwärts vom Wirbelbogen liegt, zwischen Chordascheide und Muskelsegment, das Spinalganglion des betreffenden Segments der Leibeswand (Fig. 47). Die Wirbelanlage ist von der Chorda dorsalis durchzogen, die dem Raum zwischen 2 Wirbelkörpern entsprechend eine leichte Anschwellung zeigt (Fig. 47). Die einander zugewandten Enden zweier Wirbel sind durch einen Knorpelstreifen verbunden, der sich durch Kleinheit und dichte Stellung der Knorpelzellen deutlich von den Wirbelanlagen unterscheidet und zum Ligamentum intervertebrale wird (Fig. 47 lig. intervertebrale). Dieses liegt dem

cranialen Ende des zugehörigen Muskelsegmentes näher; zwischen je 2 Myosepten ist ein Lig. intervertebrale entwickelt, Myosepten und Ligg. intervertebralia sind alternierend gestellt.

Die Stadien, die der Urodelenwirbel noch durchläuft, bis er fertig ist, interessieren uns hier nicht; es soll nur an diesem Beispiel gezeigt werden, wie der unabhängig von der Umgebung der Chorda entstandene dorsale Bogen sich mit perichordalen Knorpelstücken zu einem Wirbelkörper verbindet. Die Lage des Wirbelkörpers ist bestimmt durch die Chorda; die Lage des Bogens durch die Segmentierung der Muskulatur in der Leibeswand.

Auch bei Reptilien, Vögeln und Säugern legen sich die dorsalen Bogen und die Rippen in den Myosepten an; die Wirbelkörper dagegen bilden sich, unabhängig von den Bogen, innerhalb der Chordascheide aus, die auch wohl „skeletogene" oder „skeletbildende Schicht" genannt wird (Fig. 48). Die Anlagen der Bogen und des Wirbelkörpers

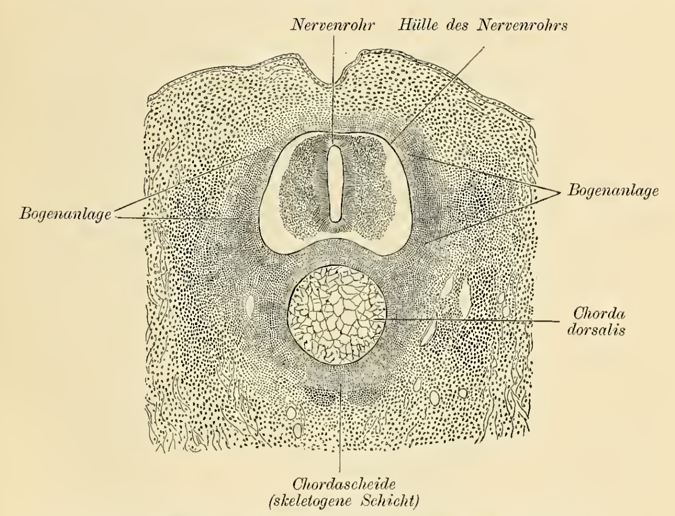


Fig. 48. Entenembryo, Querschnitt. Bogenanlage eines Halswirbels.

treten erst in Verbindung, wenn sie knorplig werden. Zuerst ist die Bogenanlage da. Auf dem Querschnitt eines Embryo von einem Vogel oder einem Säuger erscheint die Bogenanlage wie eine Verdickung in der weichen Hülle des Nervenrohrs, die mit der Chordascheide zusammenhängt; die Basis der Bogenanlage reicht bis auf die skeletogene Schicht herab (Fig. 48). Die Anlage des Bogens ist eine paarige.

Indem die Bogenanlage sich verdickt und dorsalwärts, wie in ventraler Richtung weiterwächst, gelangen die Basen, außerhalb der skeletogenen Schicht, ventralwärts von der Chorda zur Vereinigung;

dann bilden die beiden verbundenen Bogenhälften eine Art von Hufeisen, dessen Oeffnung durch die Chorda nebst Scheide und durch das Nervenrohr ausgefüllt wird (Fig. 49). Die Vereinigung der Bogenhälften erfolgt, bevor die Anlage verknorpelt. Das Stück, das die Vereinigung beider Bogenhälften an der ventralen Seite der Chordascheide vermittelt, ist die „hypochordale Spange" [Froriep] (Fig. 49).

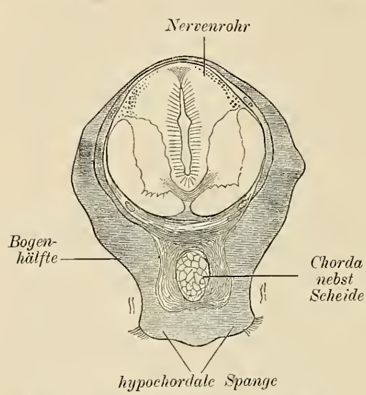


Fig. 49. Bogenanlagen, durch die hypochordale Spange verbunden, nach Froriep.

Der Wirbelkörper entsteht in der skeletogenen Schicht, caudalwärts von der hypochordalen Spange. Die Anlage desselben ist anfangs nur ventral von der Chorda entwickelt und umwächst dann die Chorda ganz. Der ursprünglich weiche Wirbelkörper verknorpelt; dann verknorpeln auch (bei Vögeln) Bogenanlagen und hypochordale Spange, und schließlich verschmilzt die verbundene Anlage der Bogen mit dem Wirbelkörper, so daß dann die Bogen als paarige, dorsal gerichtete Anhänge des Wirbelkörpers erscheinen. Nur die Entwickelung des 1. Halswirbels zeigt abweichende Verhältnisse. Es unterbleibt nämlich die Verbindung der Bogenanlage nebst der hypochordalen Spange mit der Anlage des Wirbelkörpers. Wenn sich die Bogenhälften in der dorsalen Mittellinie vereinigt haben, wird durch sie und die hypochordale Spange ein vollständiger Ring gebildet, und dieser erhält sich knöchern am Atlas. Ein Stadium, das vorübergehend an den meisten Wirbeln gefunden wird, bleibt am Atlas dauernd erhalten.

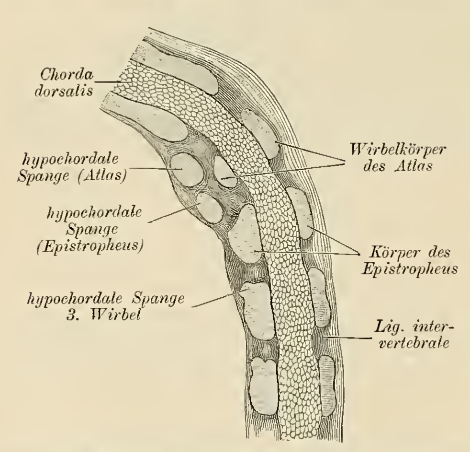


Fig. 50. Längsschnitt der Wirbelanlage und der hypochordalen Spange am Kopfende der Wirbelsäule, nach Froriep.

Das Verhalten der hypochordalen Spange und der Wirbelkörper zeigt sehr gut die aus der Arbeit von FRORIEP kopierte Fig. 50.

Vom 3. Wirbel ab ist die hypochordale Spange mit dem Wirbelkörper verschmolzen, und als kleiner Höcker am cranialen Ende desselben kenntlich; am Epistropheus und am Atlas ist die hypochordale Spange vom Wirbelkörper getrennt und mächtiger entwickelt als an den caudal gelegenen Wirbeln. Die Wirbelkörper sind dicke Knorpelringe, in gleichen Abständen auf die Chorda dorsalis aufgereiht; sie werden durch weiches Gewebe getrennt, aus dem die Ligg. intervertebralia entstehen.

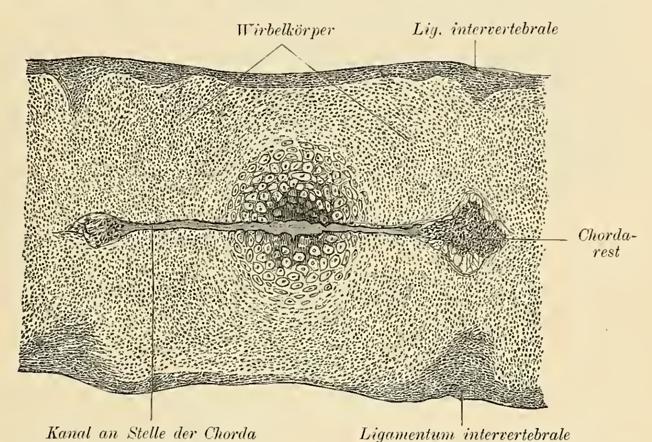


Fig. 51. Menschlicher Embryo, knorplige Anlage eines Wirbelkörpers, von einem leeren Kanal durchzogen.

Bei den Säugern wird die hypochordale Spange nur am Atlas knorplig und erhält sich da dauernd. Bei den übrigen Wirbeln schwindet sie.

Während die aus der Verschmelzung der Bogenanlagen mit dem Wirbelkörper entstandenen knorpeligen Wirbel stetig wachsen, beginnt die Chorda dorsalis, die alle Wirbelkörper durchzieht, sich zurückzubilden. Anfänglich zeigt die Chorda, den Ligg. intervertebralia entsprechend, Einschnürungen; die Abschnitte, die in den Wirbelkörpern stecken, sind leicht ausgebuchtet. Sehr bald kehrt sich dieses Verhältnis um; die Chorda bildet sich innerhalb der knorpligen Wirbelkörper ganz zurück, und die Lage derselben wird nur noch durch einen Hohlraum angedeutet, der, von einer homogenen Wandschicht begrenzt, den Wirbelkörper durchzieht (Fig. 51, 52).

Da, wo das Lig. intervertebrale die Chorda umgiebt, verdickt sich die Chorda; ihre Zellen vermehren sich und bilden eine platte Scheibe, die das Centrum des Lig. intervertebrale einnimmt (Fig. 52).

Der Hohlraum im Innern des Wirbelkörpers schwindet schließlich ganz; dann ist die Chorda in isolierte Stücke getrennt, deren

jedes in einem Lig. intervertebrale gelegen ist. Es wird „intervertebraler Chordarest“ genannt.

Nachdem der im knorpligen Wirbelkörper enthaltene „vertebrale Abschnitt“ der Chorda geschwunden ist, bleibt der Wirbelkörper ein solides Knorpelstück. Diesem sitzt eine paarige Bogenanlage an, die sich in der dorsalen Mittellinie noch nicht vereinigt hat. An der Wurzel des Bogens sind die Anlagen von Gelenkfortsätzen und von Querfortsätzen als knorpelige Auswüchse erkennbar. Die Rippe, die sich bei den Säugern überhaupt in der Nähe des Wirbelkörpers anlegt, tritt mit dem Wirbelkörper, und bei den meisten Brustwirbeln auch mit dem Querfortsatz, in Gelenkverbindung; sie liegt unmittelbar am Querfortsatz, an dessen ventraler Fläche (Fig. 53).

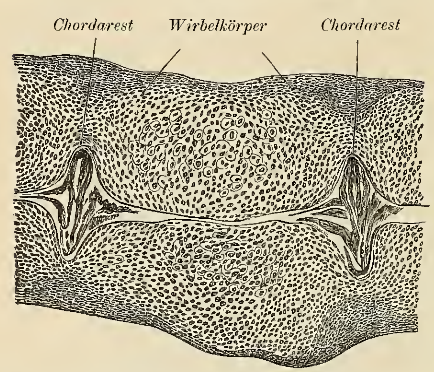


Fig. 52. Kaninchenembryo, Längsschnitt der Wirbelsäule. Intervertebraler Chordarest, leerer Kanal innerhalb des Wirbelkörpers, die Chordareste verbindend.

Bei den Halswirbeln wird die Rippenanlage vom Querfortsatz durch die Arteria und Vena vertebralis getrennt und verschmilzt knorplig mit dem Wirbelkörper und mit der Spitze des Querfortsatzes; bei den Bauchwirbeln bildet frühzeitig die Rippe mit dem Querfortsatz ein Ganzes und ist nicht mehr als Rippe zu erkennen. Bei der Anlage der Kreuzwirbel ist anfänglich eine Rippenanlage und ein Querfortsatz zu unterscheiden; er verschmilzt aber mit derselben zu einem breiten „Seitenfortsatz“.

Im 4. Monat des embryonalen Lebens vereinigen sich die Bogenhälften der Wirbel miteinander, und aus der Vereinigungsstelle wächst später der Dornfortsatz hervor. Nur bei den Caudalwirbeln vereinigen sich die Bogen nie und bleiben überhaupt ganz unentwickelt. Bei den Kreuzwirbeln unterbleibt die Vereinigung der Bogenhälften öfters, und es ist oft das Unterbleiben des Bogenschlusses die Folge einer

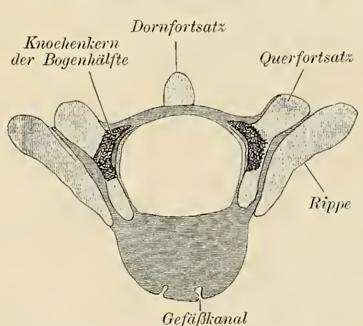


Fig. 53. Knorpliger Wirbelkörper; der 11. Brustwirbel eines jungen menschlichen Embryos. Knochenkerne in den Bogenhälften.

Verbildung der Rückenmarksanlage. In anderen Fällen jedoch wird der Inhalt des Wirbelkanals normal gefunden, während die Vereinigung der Bogenhälften an einem oder an mehreren Kreuzwirbeln unterblieben ist.

Verknöcherung der Wirbelanlagen. Die knorpligen Wirbel wandeln sich in knöcherne um, ebenso die Rippen. Das Knochengewebe tritt zuerst im Innern des Wirbelkörpers auf, in Form eines paarig angelegten, aber bald einfachen Knochenkerns, der zuerst in den cranialen Wirbeln auftritt und um den Chordakanal herum sich entwickelt. Die Gegend, in der der Knochenkern sich bildet, zeichnet sich durch bedeutend größere Knorpelzellen aus (Fig. 51).

Zu gleicher Zeit dringen vom Perichondrium aus an verschiedenen Stellen Kanäle in den Wirbelkörper ein (Fig. 53). Sie werden von Gefäßen ausgefüllt. Einer davon dringt bis zu der Gegend vor, in der die Knorpelzellen vergrößert sind; der Knorpel wird hier aufgelöst, und der entstandene Hohlraum, ausgefüllt von den mit den Gefäßen eingedrungenen Zellen, wird zum Knochenkern.

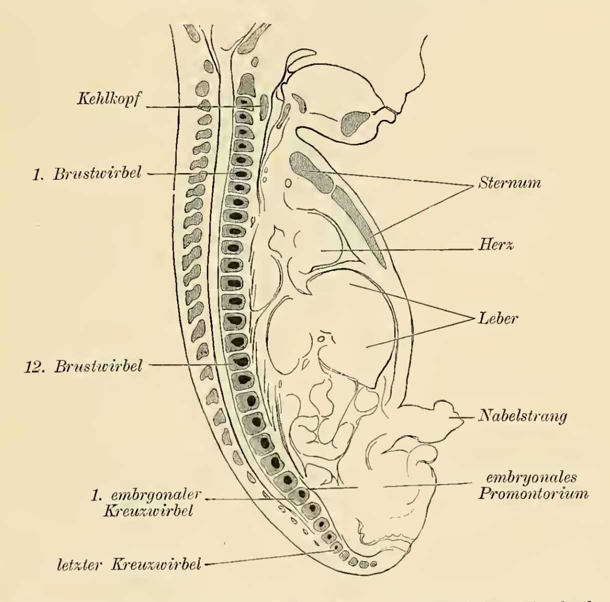


Fig. 54. Menschlicher Embryo aus dem 4. Monat, Medianschnitt. Knochenkerne in den Wirbelkörpern.

Am Ende des 4. Monats zeigen alle Wirbel, mit Ausnahme der Caudalwirbel, einen mit freiem Auge sichtbaren Knochenkern im Wirbelkörper (Fig. 54).

Von dem Knochenkern im Wirbelkörper aus wird der gesamte

knorplige Wirbelkörper in Knochen umgewandelt, mit Ausnahme der cranialen und der caudalen Endfläche, die von eigenen Kernen aus verknöchern und sich wie Epiphysen des Wirbelkörpers verhalten. Derjenige Abschnitt des Wirbelkörpers, von dem der Bogen kommt, wird von einem im Bogen gebildeten Knochenkern aus knöchern. In jeder Bogenhälfte entsteht ein Knochenkern, ungefähr der seitlichen Masse des Bogens entsprechend (Fig. 53, S. 74).

Die ganze Knorpelmasse des Bogens verändert sich an dieser Stelle, und vom Perichondrium aus lagert sich eine Knochenrinde auf den veränderten Knorpel ab, wie das auch bei Verknöcherung der Diaphyse in den Röhrenknochen der Fall ist (Fig. 55).

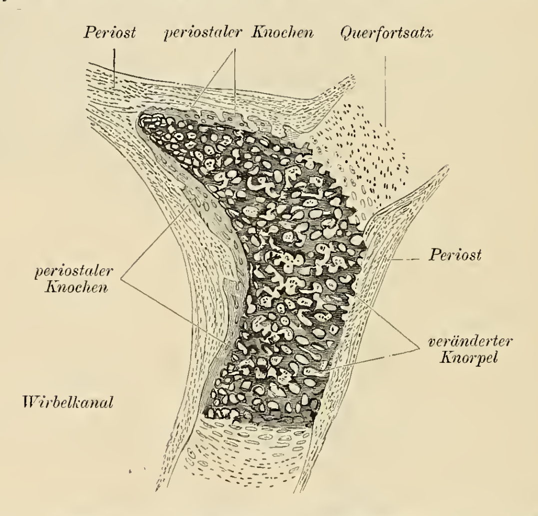


Fig. 55. Knochenkern einer Bogenhälfte. Menschlicher Embryo von 4 Monaten. Periostale Knochenrinde.

Von diesem Kern aus verknöchert die ganze Bogenhälfte und die Fortsätze; in der Spitze des Querforsatzes bildet sich gewöhnlich ein isolierter Knochenkern, von dem aus eine kleine knöcherne Epiphyse entsteht.

Knöcherner Wirbel. Im 7. embryonalen Monat besteht der Wirbel aus 3 Knochenstücken, die durch Knorpelfugen verbunden sind, nämlich dem Körper, der cranialen und der caudalen Epiphyse, und aus den beiden Bogenhälften. In Fig. 56*a* und *b* sind die Epiphysen nicht dargestellt; wir sehen nur Körper und Bogenhälften.

Am Brustwirbel ist die Verknöcherung der vom Bogen ausgehenden Fortsätze noch nicht weit vorgeschritten; der Querfortsatz und der Dornfortsatz scheinen daher zu fehlen. Die Bogenhälften sind noch gesondert und repräsentieren knöcherne Spangen. Der Dornfortsatz, der noch knorplig und am trockenen Präparat ge-

schrumpft ist, verknöchert erst im 1. Lebensjahr, also nach der Geburt; die Bogenanlage verschmilzt mit dem Wirbelkörper zwischen dem 3. und dem 8. Lebensjahr.

Auch in der Spitze des Dornfortsatzes bildet sich ein besonderer Knochenkern, wie in der Spitze des Querfortsatzes.



Fig. 56. Wirbel aus dem 7. Embryonalmonat. *a* Halswirbel, *b* Brustwirbel.

Atlas und Epistropheus. Eine besondere Entwickelungsweise kommt dem 1. und dem 2. Halswirbel zu. Am Atlas erhält sich die hypochordale Spange dauernd und verbindet die Bogenhälften, bleibt aber vom Körper völlig getrennt. Der Körper verbreitert sich an seinem caudalen Ende und sieht wie eine Platte aus, die einen kegelförmigen Aufsatz trägt.

Am Epistropheus verbindet sich, nachdem die hypochordale Spange geschwunden ist, die Bogenanlage mit dem Wirbelkörper; auf die craniale Fläche des Körpers vom Epistropheus wächst der Körper des Atlas auf. Wenn die Verschmelzung beider vollendet ist, so wird die craniale Fläche des Epistropheus neben dem Zahn gebildet durch die Verbreiterung des Atlas; mit anderen Worten, die craniale Fläche des Epistropheus gehört dem Körper des Atlas an.

Zwischen dem Bogen des Atlas einerseits, der verbreiterten Partie des Körpers andererseits kommt es dann jederseits zur Ausbildung eines Gelenkes, das also innerhalb des Atlas liegt; es wird aber als Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus beschrieben. Der mittlere Abschnitt vom Körper des Atlas erscheint als Zahnfortsatz des Epistropheus. Der fertige Atlas besteht aus Bogen und hypochordaler Spange.

Die Kreuzwirbel verhalten sich bei der Verknöcherung wie die cranial von ihnen befindlichen Wirbel; innerhalb des verbreiterten knorpligen Seitenfortsatzes eines jeden Kreuzwirbels treten 2 Knochenkerne auf, ein ventraler und ein dorsaler. Der ventrale gehört der Anlage der Rippe an, der dorsale der Anlage des Bogens; aber die Gebiete beider Kerne verschmelzen in ein einziges.

Die Bandscheiben zwischen den Kreuzwirbeln verknöchern mit dem 18. Lebensjahre.

Die Vereinigung der Bogenhälften und die Ausbildung knöcherner Dornfortsätze unterbleibt an den Kreuzwirbeln, wie erwähnt wurde, oftmals.

Die Steißwirbel verknöchern erst nach der Geburt, zwischen dem 3. und dem 15. Lebensjahre.

Wachstum der Wirbelsäule. Betrachten wir einen jugendlichen Wirbel, so ist er von einem ausgewachsenen in mehrfacher Hinsicht abweichend. Der Körper besitzt eine craniale und eine caudale Epiphyse; beide sind bis zur Zeit der Pubertät knorplig und

beginnen dann erst von je einem Knochenkern aus zu verknöchern. Als selbständige Knochenscheiben erhalten sie sich, bis das Wachstum vollendet ist (Fig. 57).

Die Enden der Querfortsätze und der Dornfortsätze sind zur Zeit der Pubertät auch noch knorplig; dann findet man in ihnen Knochenkerne vor, und erst im 20. Jahre sind die kleinen Epiphysen mit den Fortsätzen verschmolzen.

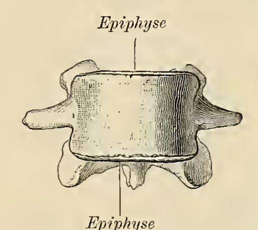


Fig. 57. Bauchwirbel mit Epiphysen, von vorn.

Beim Atlas bildet sich ein Knochenkern in der hypochordalen Spange, und je einer in der Bogenanlage; der jugendliche Atlas, natürlich ohne den mit dem Epistropheus verschmolzenen Körper, besteht aus 3 Knochenstücken (Fig. 58 *a*).

Es kommt auch vor, daß die hypochordale Spange von 2 Punkten aus verknöchert und durch eine mediane Naht geteilt erscheint (Fig. 58 *b*).

Das Wachstum bewirkt an der Wirbelsäule einmal Aenderungen in der Form der Wirbelkörper; ferner in den Proportionen der einzelnen Abschnitte der Säule.

Die einzelnen Wirbel nehmen während des Wachstums derart zu, daß der Körper stärker wächst als der Bogen. Der Bogen tritt also immer mehr gegenüber dem Körper zurück. Der Wirbelkörper wächst stärker in cranio-caudaler, als in transversaler Richtung; deshalb wird er im Laufe des Wachstums schlanker. In der caudalen Abteilung der Wirbelsäule ist das Höhenwachstum der Wirbelkörper beträchtlicher, als in der cranialen; ganz besonders nehmen die Bauchwirbel an Höhe zu. Infolgedessen bildet die Bauchwirbelsäule beim Erwachsenen einen größeren Bruchteil der beweglichen Wirbelsäule,

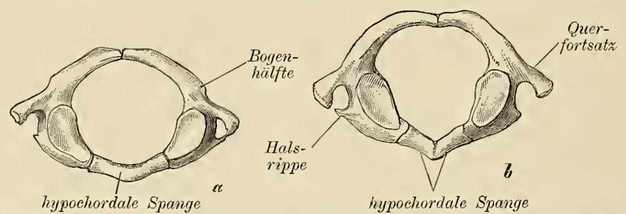


Fig. 58. Jugendlicher Atlas, *a* hypochordale Spange, einfach, *b* hypochordale Spange, aus 2 Knochenstücken bestehend.

als beim Neugeborenen, und die Mitte der Wirbelsäule, die beim Neugeborenen in den 7. Brustwirbel fällt, rückt caudalwärts, so daß sie beim Erwachsenen in den 9. Brustwirbel zu liegen kommt. Setzt man die Gesamtlänge der beweglichen Wirbelsäule (Hals-, Brust-, Bauchteil) = 100, so beträgt

beim Neugeborenen	die Länge der Halswirbelsäule	25,6
	„ „ „ Brustwirbelsäule	47,5
	„ „ „ Bauchwirbelsäule	26,8

beim 5-jährigen Knaben die Länge der Halswirbelsäule 20,3
„ „ „ Brustwirbelsäule 45,6
„ „ „ Bauchwirbelsäule 34,2

Beim erwachsenen Manne sind die Proportionen der einzelnen Abschnitte folgende:

Länge der Halswirbelsäule 22,1
„ „ Brustwirbelsäule 46,6
„ „ Bauchwirbelsäule 31,3

Die Länge der Halswirbelsäule nimmt, wie man sieht, im Verhältnis zur Gesamtlänge beständig ab, die Brustwirbelsäule bleibt stationär und die Bauchwirbelsäule nimmt relativ zu (Aeby).

Der Wirbelkanal ist beim Erwachsenen, im Vergleich zum Querdurchmesser der Wirbelkörper, enger als beim Kinde.

Der Beckenabschnitt der Wirbelsäule ändert sein Verhältnis zur Gesamtlänge nicht merklich und wächst in ähnlicher Weise wie der Brustteil. Bei den einzelnen Wirbelkörpern ist die Zunahme im queren Durchmesser am stärksten; der sagittale Durchmesser nimmt am wenigsten zu.

Litteratur.

Aufser den am Schlufs des vorigen Abschnittes aufgeführten Arbeiten von **Hasse, Rosenberg, Froriep, Aeby, Ravenel** *sind hier aufzuführen:*

Gegenbaur, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien* 1864

Hasse, *Die Entwickelung der Wirbelsäule von Triton taeniatus, Zeitschr. f. wiss. Zoologie,* 53. *Bd. Supplement.*

Moser, *Das Wachstum der menschlichen Wirbelsäule, Strafsburger Dissertation* 1889.

Knickemeyer, *Ueber die Entwickelung der Rippen, Querfortsätze und unteren Bogen bei Triton taeniatus, Münchener Dissertation* 1891.

Macalister, *The development and varieties of the second cervical vertebra, Journal of Anatomy and Physiology, Vol.* 28, 1894.

A. E. Fick, *Zur Entwickelungsgeschichte der Rippen- und Querfortsätze, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1879.

Merkel, *Menschliche Embryonen verschiedenen Alters, Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Göttingen* 40. *Bd.* 1894.

Die Varietäten der Wirbelsäule.

Daß die Zahl der Wirbel im ganzen schwankt, und daß sie innerhalb der einzelnen Abschnitte eine wechselnde sein kann, ist bereits besprochen worden; wir werden uns im folgenden darauf beschränken, die Abweichungen der einzelnen Wirbel von der gewöhnlichen Form übersichtlich zusammenzustellen. Derartige „Varietäten" entstehen gewöhnlich durch Störungen des normalen Entwickelungsvorganges; dabei wird entweder die Entwickelung zu früh gehemmt, so daß ein Zustand bleibend sich erhält, der normalerweise ein vorübergehender ist, oder aber es kommt zu einer stärkeren Ausbildung einzelner Abschnitte. Diese zeigen dann deutlicher ihren wahren Charakter, wie z. B. die Rippen, die in den Querfortsätzen der Hals- und Bauchwirbel enthalten sind. Beide Arten von Entwickelungsstörung, die Hemmung wie das übergroße Wachstum, können sich an einem und demselben Wirbel zusammen vorfinden; es kann sich auch an eine abnorme Bildung eine Verschmelzung mit benachbarten Skeletteilen anschließen. Es ist wenig wichtig, alle Varietäten zu registrieren, die vorgekommen sind; es kommt vielmehr darauf an, die aus dem Entwickelungsgang und seinen Störungen erklärbaren

abweichenden Formen zu berücksichtigen. Der normale Bildungsgang eines Wirbelkörpers ist in kurzem folgender: Die Anlage des Körpers ist von der Anlage des Bogens unabhängig; beide sind weich, werden knorplig und vereinigen sich dann. Aus dem Bogen, an dem lange die Zusammensetzung aus 2 Hälften sich erhält, wachsen knorplige Fortsätze heraus. Dann verknöchert der Wirbelkörper und sein Bogen, soweit er knorplig vorgebildet war. Innerhalb des Wirbelkörpers findet sich in ganz früher Zeit ein Stück Chorda dorsalis. Wir finden nun Störungen vor in der Entwickelung des Wirbelkörpers, wie in der Ausbildung der Bogen.

I. Abnorme Bildung des Wirbelkörpers.

Es ist beobachtet worden, daß der Wirbelkörper dadurch von der Form abweicht, daß der vertebrale Chordarest erhalten bleibt und weiterwächst; ferner kann sich die ursprüngliche Trennung der beiden Knochenkerne, aus deren Verschmelzung der Knochenkern des Wirbelkörpers hervorgeht, erhalten.

Ein Erhaltenbleiben der Chorda ist von Musgrove beschrieben worden: am 4. Bauchwirbel war der Wirbelkörper der Länge nach durchbohrt, also ein dickwandiges, hohles Knochenstück, und die Höhlung war von der weitergewucherten Chorda ausgefüllt. Der Wirbel gleicht dem Wirbel eines Knochenfisches.

Eine Trennung der beiden Knochenkerne im Wirbelkörper ist von Reid und von Turner aufgefunden; es bestand der Wirbelkörper aus 2 nebeneinander liegenden, selbständigen Stücken.

II. Abnorme Bildung an den Wirbelbogen.

1) Es kommt vor, daß nur die eine Hälfte einer Bogenanlage verknorpelt, während die andere weich bleibt; dann fehlt dem knöchernen Wirbel die eine Bogenhälfte mit den von ihr ausgehenden Fortsätzen vollständig, wie es Fig. 59 von einem Halswirbel zeigt.

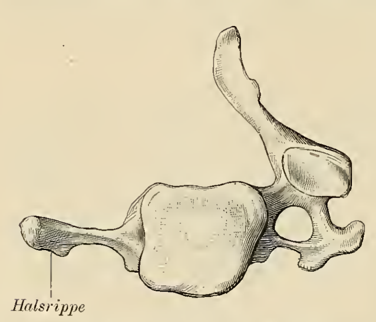


Fig. 59. Halswirbel; die eine Bogenhälfte fehlt; die Halsrippe ist aber gut ausgebildet.

Die Rippenlage ist, da sie unabhängig vom Bogen auftritt, an der Seite, wo der Bogen fehlt, erhalten; sie ist sogar besser entwickelt, als auf der anderen Seite, wo der Bogen vorhanden ist.

2) Häufiger, als das Fehlen einer Bogenhälfte, ist das Unterbleiben der Vereinigung der Bogenanlagen. Es zeigt dann nach der Verknöcherung der Bogen eine Lücke; er ist in der Mittellinie gespalten, und der Dornfortsatz ist nicht vorhanden. Diese Hemmungsbildung wird als „Spina bifida“ bezeichnet; sie kann überall vorkommen, wird aber am häufigsten an den Kreuzwirbeln gefunden (Fig. 60; Fig. 61). Dort betrifft die Spaltbildung alle oder nur einen Wirbel, wie in Fig. 61 der Fall ist.

3) Der Atlas ist der einzige Wirbel, an dem die hypochordale Spange sich dauernd erhält und zum ventralen Bogen wird.

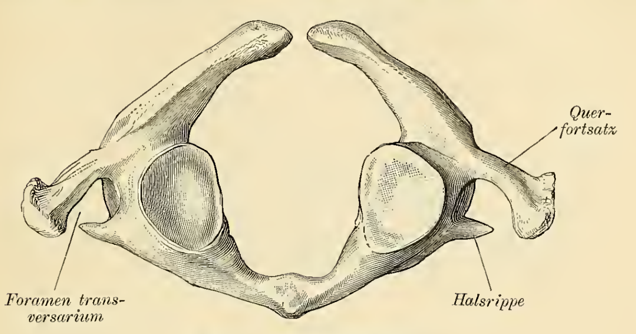


Fig. 60. Atlas mit geteiltem Bogen.

Die hypochordale Spange kann weich bleiben; dann sind die Massae laterales des Atlas nur durch den dorsalen Bogen und durch das Lig. transversum atlantis miteinander verbunden (Struthers). Ferner kann die hypochordale Spange wohl verknöchern, aber von den seitlichen Massen durch die Naht getrennt bleiben; das ist ein Stehenbleiben auf einer Stufe, die normalerweise eine vorübergehende ist.

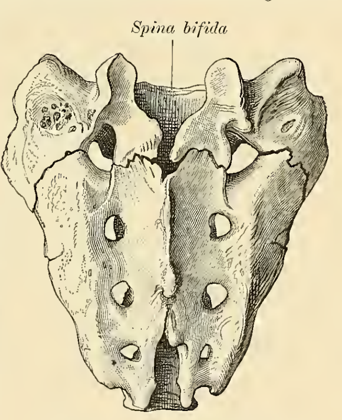


Fig. 61. Kreuzbein, der Bogen des 1. Kreuzwirbels gespalten.

4) Mangelhafte Ausbildung einer Bogenhälfte ist kompliziert durch Verwachsung mit angrenzenden Skeletteilen, also Wirbeln oder Teilen des Schädels. In Fig. 62 ist ein Fall abgebildet, wo am Atlas die linke Bogenhälfte fehlt: die rechte ist unvollständig mit dem Rande des Hinterhauptlochs verwachsen, es kann durch die Lücke eine Sonde durchgeführt werden.

5) Eine seltene Anomalie, die nicht aus einfacher Störung des normalen Entwickelungsganges ableitbar ist, betrifft zuweilen den Bogen des 5. oder 4. Bauchwirbels. Derselbe ist durch 2 Spalten, die lateral vom oberen Gelenkfortsatz liegen, in drei Stücke geteilt. Die Wurzel des Bogens, nebst dem oberen Gelenkfortsatz, sitzt am Wirbelkörper; das Mittelstück, mit Dornfortsatz und unterem Gelenkfortsatz, ist selbständig. Reid be-

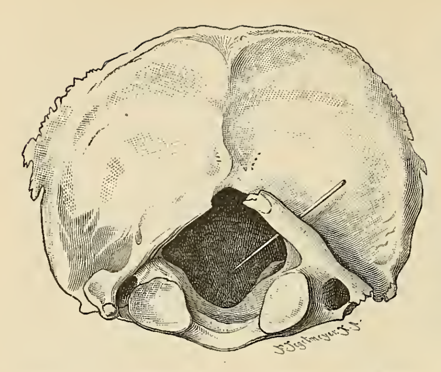


Fig. 62. Verwachsung des unvollständig entwickelten Atlas mit dem Hinterhauptsbein.

richtet über derartige Fälle; auch mir ist diese Varietät 3mal vorgekommen.

6) Die Epiphysen an den Spitzen der Dornfortsätze und Querfortsätze bleiben zuweilen getrennt. STRUTHERS berichtet dieses Vorkommen beim Dornfortsatz des 3. Halswirbels; CUNNINGHAM fand auch den Processus mamillaris und den Processus accessorius am 12. Brustwirbel und am 1. Bauchwirbel als selbständige Knochenstücke vor.

III. Stärkere Ausbildung eines zum Wirbel hinzutretenden Skeletteiles.

In diese Abteilung gehören die Beobachtungen, die über die stärkere Ausbildung von Rippen am 6. und 7. Halswirbel, wie am 1. Bauchwirbel vorliegen. Sehr häufig ist die stärkere Entwickelung der Halsrippe am 7. Halswirbel; sie betrifft nur die eine oder auch beide Rippen an diesem Wirbel; die verlängerte Rippe kann beweglich werden, sie kann aber auch knöchern mit ihrem Wirbel verbunden bleiben. Die knöcherne Rippe

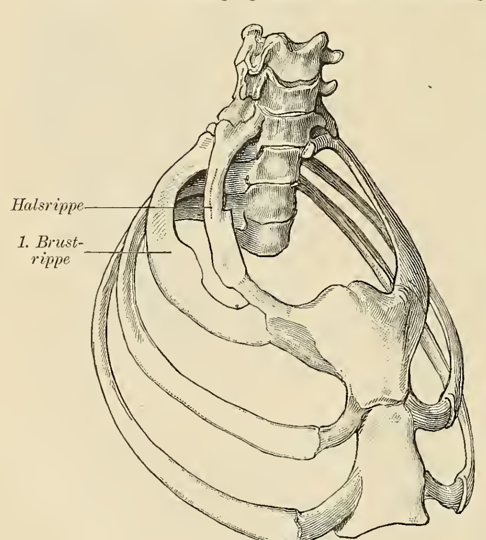


Fig. 63. Stark entwickelte Halsrippe am 7. Halswirbel.

setzt sich in einen Bandstreifen oder in einen Knorpelstreifen fort, der an den Knorpel der 1. Brustrippe sich anschließt.

Ist die Halsrippe lang, so setzt sich der Musculus scalenus anticus, statt an die erste Brustrippe, an die Halsrippe an; die Arteria subclavia geht über die Halsrippe hinweg, nicht über die 1. Brustrippe.

Am ersten Bauchwirbel wird, wie schon früher erwähnt wurde, die Rippe ziemlich häufig selbständig; sie kann eine beträchtliche Länge erreichen. Immer verbindet sie sich nur mit dem Körper des Wirbels durch ein Gelenk, nie mit dem Querfortsatz.

Litteratur.

Musgrove, *Persistence of the notochord in the human subject*, *Journal of Anatomy and Physiology*, *Vol.* 25.

Reid, *Deficiency of the left half of a dorsal vertebra*, *ibidem Vol.* 21.

Struthers, *Variations of the vertebrae and ribs in man*, *ibidem Vol.* 9.

Allen, *On the varieties of the atlas in the human subject*, *ibidem Vol.* 14.

Cunningham, *The mamillary and accessory processes as persistent epiphyses*, *ibidem Vol.* 12.

Luschka, *Die Halsrippen und die Ossa suprasternalia*, *Wien* 1859.

W. Gruber, *Ueber die Halsrippen des Menschen*, *Petersburg* 1869.

Turner, *Cervical ribs and the so-called bicipital ribs in man in relation to corresponding structures in Cetacea*, *Journal of Anatomy*, *Vol.* 17.

Dwight, *Account of two spines with cervical ribs etc.*, *Journal of Anatomy Vol.* 21.

W. Gruber, *Varietäten an Wirbeln und Rippen*, *Virchow's Archiv* 67. *Bd.*

Pansch, *Ueber Anomalien am Thoraxskelet*, *Reichert's Archiv* 1875.

Pilling, *Ueber die Halsrippen des Menschen*, *Dissert. Rostock* 1894.

2. Rippen und Brustbein.

In dem cranialen Abschnitt des Rumpfes, der als „Brust" bezeichnet wird, erreichen die Rippen ihre größte Ausbildung. Sie nehmen an Länge bedeutend zu, erstrecken sich größtenteils von den Wirbelkörpern bis zur ventralen Mittellinie und bilden in ihrer gesamten Ausdehnung eine Stütze der Wand des Cöloms. Ihre Zahl beträgt jederseits zwölf. Mit den Wirbelkörpern bei allen, mit den Querfortsätzen bei den meisten Rippen geht das dorsale Ende der Rippe eine Gelenkverbindung ein; das ventrale Ende der 7 cranialen Rippen befestigt sich, ebenfalls durch ein Gelenk, an einen in der Mittellinie gelegenen, platten Knochen, das Sternum oder Brustbein. Die 5 caudalen Rippen erreichen das Sternum nicht mehr; das ventrale Ende der 8. Rippe legt sich an die 7., das der 9. an die 8., das der 10. an die 9.; das ventrale Ende der 11. und der 12. Rippe steckt frei in der Leibeswand. Von den 12 Rippenpaaren sind also 10 unmittelbar oder mittelbar mit dem Brustbein in Verbindung gesetzt; es wird von der Wirbelsäule, den Rippen und dem Sternum ein festes, in der Leibeswand gelegenes Gerüst gebildet, das Brustkorb, Thorax heißt.

Die Rippen werden vom Kopfe ab numeriert; die 1. befestigt sich an den 1. die 12. an den letzten Brustwirbel. Eigentlich stehen die 10 oberen Rippen in Verbindung mit je 2 Wirbeln und der zwischen denselben liegenden Bandscheibe; die erste artikuliert an der Bandscheibe zwischen dem 7. Halswirbel und 1. Brustwirbel, sowie am cranialen Ende des 1. Brustwirbels, die 10. ist zwischen dem 9. und 10. Brustwirbel eingelenkt. Es sitzt also die Rippe am cranialen Ende des Wirbels an, dem sie zugerechnet wird. Nur die 11. und die 12. Rippe machen eine Ausnahme, da sie an die Mitte des zugehörigen Brustwirbels sich anfügen.

Das ventrale Ende einer jeden Rippe bleibt zeitlebens knorplig; die Länge des knorpligen Abschnittes, den man im Gegensatz zur knöchernen Rippe „Rippenknorpel", Cartilago costalis, heißt, nimmt von der 1. bis zur 8. Rippe an Länge zu, von da bis zur 12. wieder ab.

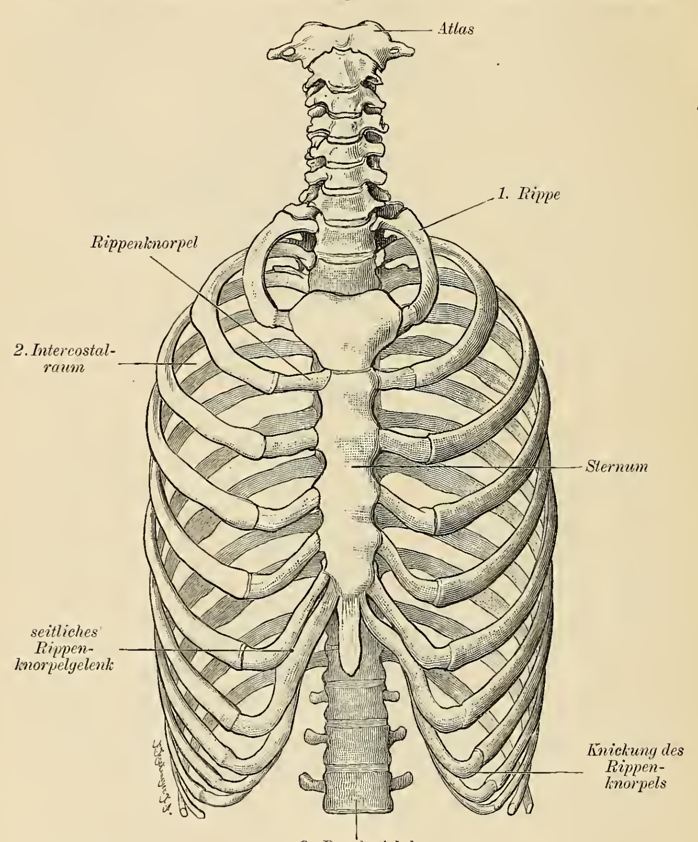


Fig. 64. Thorax, von vorn.

Der Rippenknorpel liegt nur bei den beiden ersten und wieder bei den zwei letzten Rippen in der Flucht des knöchernen Abschnittes der Rippe; an den zwischenliegenden Rippen ist der Knorpel geknickt und bildet einen Winkel, dessen Scheitel caudalwärts gerichtet ist (Fig. 64). Je länger der Knorpel ist, desto ausgesprochener ist diese Knickung.

Die Knorpel der 6. und 7. Rippe zeigen einander entgegenkommende Verbreiterungen; diese berühren einander und sind durch ein Gelenk verbunden (Fig. 64 seitliches Rippenknorpelgelenk)*).

Die Rippen verlaufen zwar einander parallel, aber nicht in transversalen Ebenen; vielmehr sind sie derart schräg gestellt, daß das dorsale Ende dem Kopf näher liegt als das ventrale. Zwar nimmt wegen der Knickung des Rippenknorpels das ventrale Rippenende nicht die tiefste Stelle der Rippe überhaupt ein; diese entspricht immer der Knickung des Knorpels: dennoch aber ist das ventrale Ende merklich tiefer gelegen, als das dorsale, und liegt in einer Horizontalebene, die einen mehr caudalwärts gelegenen Wirbel trifft, als den, zu dem die Rippe gehört.

Von einander sind die Rippen durch spaltenförmige Räume, die „Intercostalräume" getrennt; dieselben werden nach der cranialwärts gelegenen Rippe benannt. Jeder Intercostalraum beginnt an der Wirbelsäule und endigt am Sternum, oder an der Verbindungsstelle von 2 Rippenknorpeln. Im medialen und dorsalen Ende des Intercostalraumes liegt je ein Foramen intervertebrale.

Am Skelet sind die beiden letzten Intercostalräume ventralwärts geöffnet.

Jede Rippe ist, da sie in der Leibeswand steckt, dieser entsprechend gebogen; die Konvexität des Bogens ist lateralwärts gerichtet. Das dorsale Ende der Rippe hat einen kleineren Krümmungsradius, als das mittlere, in der Seitenwand gelegene Stück. Außer der Flächenkrümmung weist jede Rippe noch eine Drehung um ihre Längsachse, eine Torsion, auf, welche auf die Stellung der lateralen und medialen Fläche von Einfluß ist; die Kanten der mittleren Rippen sind ungefähr parabolisch gekrümmt wegen der ausgesprochenen Knickung des Rippenknorpels.

Bei Verkleinerung des Inhalts der Brusthöhle, z. B. infolge einer Schrumpfung einer Lungenpartie, paßt sich die Wand der Form des Inhalts an, weil sie dem Luftdruck nachgiebt, dabei werden einzelne Rippen in größerem oder geringerem Grade verbogen.

Die Rippen sind nach dem gleichen Plan gebildet; die mittleren Rippen lassen den Bau am deutlichsten hervortreten. Wir unterscheiden an jeder Rippe ein dorsales und ein ventrales Ende, die durch den Körper der Rippe getrennt werden. Das dorsale Ende wird durch eine Verdickung dargestellt, das Rippenköpfchen (Capitulum costae); da dasselbe mit 2 Wirbelkörpern und der zwischenliegenden Bandscheibe in Gelenkverbindung steht, ist es überknorpelt, und es wird die überknorpelte Fläche durch eine Leiste, Crista capituli, in zwei Felder geteilt, deren jedes für einen Wirbel bestimmt ist (Fig. 65).

Auf das Rippenköpfchen folgt ein verjüngtes, dreiseitig prismatisches Stück, der Rippenhals, Collum costae; über die caudale Fläche des Halses zieht eine Furche, die sich auf den Rippenkörper fortsetzt und eine Arterie nebst einem Intercostalnerven enthält (Sulcus costalis). Der Uebergang des Halses in den Körper der Rippe ist durch einen dorsalwärts vorspringenden Höcker, Tuber-

---

*) Zwischen dem Knorpel der 5. und der 6. Rippe fand v. BARDELEBEN ein Gelenk rechterseits in 60%, linkerseits in 40% der Fälle. Beiderseits kommt das Gelenk in 38% der Fälle vor.

culum costae, Rippenhöcker genannt, kenntlich gemacht. Der Rippenhöcker trägt eine Gelenkfläche, die sich mit der Fovea costalis am Querfortsatz der 10 oberen Brustwirbel verbindet (Fig. 65).

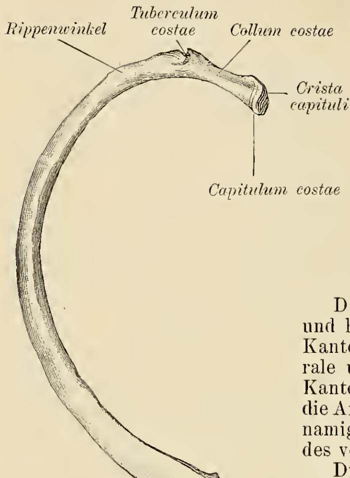


Fig. 65. Vierte Rippe, ohne den Rippenknorpel, von der cranialen Seite her gesehen.

In der Nähe des Rippenhöckers ändert der Körper der Rippe ziemlich plötzlich seine Krümmung, es kennzeichnet sich diese Stelle durch eine Knickung, den Rippenwinkel, Angulus costae; dieser fällt an der 1. und 2. Rippe dicht an das Tuberculum costae und entfernt sich bis zur 8. Rippe immer mehr von ihm.

Der Rippenkörper ist abgeplattet und hat eine caudale und eine craniale Kante, sowie zwei Flächen, eine laterale und eine mediale. Der caudalen Kante entlang läuft die Furche für die Arteria intercostalis und den gleichnamigen Nerven, die sich in der Nähe des ventralen Endes der Rippe verliert.

Die Flächen der 1. und auch der 2. Rippe sind mehr nach dem Kopf und dem Schwanzende, als nach der lateralen und der medialen Seite gerichtet; die caudale Kante bildet den lateralen Rand dieser beiden Rippen, Ueber die kopfwärts schauende Fläche der 1. Rippe läuft eine Furche hinweg, ein Abdruck der Arteria subclavia, welche den Verlauf der 1. Rippe kreuzt; sie wird Sulcus subclaviae genannt (Fig. 66).

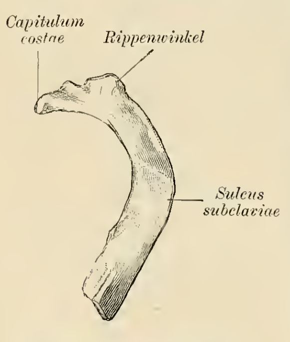


Fig. 66. Erste Rippe, von der cranialen Fläche gesehen.

Medianwärts von dieser Furche ist oftmals ein Knochenhöcker deutlich, Tuberculum scaleni, an das Fasern des M. scalenus anticus ansetzen.

Die 11. und die 12. Rippe besitzen weder Rippenwinkel noch Rippenhöcker; sie stehen durch das Rippenköpfchengelenk nur mit dem Wirbelkörper selbst in Verbindung. Die Rippen bestehen hauptsächlich aus kompakter Knochensubstanz; dieselbe bildet eine dicke Rinde um eine centrale weitmaschige Spongiosa. Im Alter nimmt die Spongiosa zu, während die kompakte Rinde dünner wird. Deshalb werden die Rippen im Alter brüchiger.

Die Rippenknorpel werden im höheren Alter durch Einlagerung von Kalksalzen in die Grundsubstanz des Knorpels hart; sie verlieren dabei an Elasticität und schränken die Beweglichkeit der betreffenden Rippen erheblich ein. Im Perichondrium der Rippenknorpel bilden sich bei älteren Personen zuweilen Knochenplatten, die entweder nahe dem Brustbein oder näher der knöchernen Rippe liegen; dadurch wird aber die Elasticität der Rippenknorpel nicht beeinträchtigt.

Sternum.

Das Brustbein, Sternum, ist ein platter Knochen, der in der ventralen Mittellinie in der Leibeswand liegt. Nur mit den oberen Rippen knorpelig verbunden und kräftigen Muskeln Ursprung wie Ansatz gewährend, ist das Sternum beweglich und kann wesentlich in cranio-caudaler Richtung verschoben werden. Es folgt besonders den Bewegungen der Rippen bei der Atmung und ist also niemals in absoluter Ruhelage. Für die Pause zwischen zwei Atemzügen — die Ruhelage des Thorax — liegt der craniale Rand des Sternum dem 3. Brustwirbel gegenüber; das caudale Ende befindet sich dann in gleicher Höhe mit dem 10. Brustwirbel.

Das craniale Ende des Sternums liegt der Wirbelsäule näher als das caudale, und das Sternum weicht mit dem caudalen Ende aus der frontalen Ebene ab; da auch die Brustwirbelsäule ventralwärts konkav ist, so wird die Entfernung zwischen Sternum und Wirbelsäule um so größer, je näher man dem unteren Ende des Brustbeins kommt. Dieses untere Ende wird von der Muskulatur der Bauchwand überlagert.

Es ist das Sternum ein platter Knochen, dessen längster Durchmesser — der craniocaudale — den transversalen erheblich und den sagittalen noch vielmehr überwiegt. Das Verhältnis der Länge zur Breite ist beim Sternum ungefähr 6 : 1. Das Brustbein zerfällt in drei Abschnitte: Manubrium, Corpus und Processus xiphoideus oder Griff, Körper und Schwertfortsatz (Fig. 67).

Fig. 67. Sternum, von vorn gesehen.

Der Griff ist der breiteste, der Schwertfortsatz der schmalste Abschnitt. Gegen den Körper des Brustbeins ist der Griff durch eine knorplige Naht, und wenn diese verschwunden ist, durch eine Knochenleiste abgesetzt; die Fläche des Griffes bildet mit der des Körpers einen nach hinten offenen, stumpfen Winkel, und es erscheint das Sternum an der Grenze zwischen Manubrium und Corpus geknickt. Diese Knickung heißt „Sternalwinkel“ (Angulus Ludovici),

er wird deutlicher bei starken Inspirationsbewegungen und kann bei Verknöcherung der Naht zwischen Griff und Körper sehr ausgeprägt erscheinen.

Der Schwertfortsatz ist viel schmäler als der Körper des Brustbeins; seine Form wechselt und auch das Material, das ihn bildet. Denn man findet ihn häufig, statt aus Knochen, aus Knorpel gebildet. Es ist der Schwertfortsatz eine einfache Platte, oder er ist in zwei Zipfel gespalten; auch kommt es vor, daß er durch einen Knorpelring vorgestellt wird.

Der Griff des Brustbeins zeigt am cranialen Ende einen halbmondförmigen Einschnitt, Incisura jugularis genannt; an Stelle der oberen lateralen Ecken tritt jederseits eine vertiefte Gelenkfläche für das Schlüsselbein, Incisura clavicularis, an der der Gürtel der oberen Extremität mit dem Sternum in Verbindung tritt (Fig. 67). Die Seitenfläche von Griff und Körper des Brustbeins zeigt eine Reihe flacher Gruben, Incisurae costales (Fig. 67). Nur die für die 1. Rippe liegt am Manubrium, die für die 2.—7. Rippe bestimmten sind am Corpus sterni angebracht. Diese Gruben sind Gelenkflächen zur Aufnahme der Rippenknorpel.

Bei Kindern zerfällt der Körper des Brustbeins immer, bei jungen Personen häufig in eine Reihe von Knochenplatten, die durch die Verbindungslinien von je zwei Rippen voneinander geschieden sind. Sie liegen dann also in der Fortsetzung der Intercostalräume und sind durch knorpelige Nähte getrennt.

Das Corpus sterni erscheint in diesen Fällen segmentiert; es entsprechen die Segmente aber nicht den Rippen, sondern sie alternieren mit ihnen. Die Entwickelung zeigt, daß nur eine regelmäßige Verteilung der Knochenkerne in der einheitlichen, ungegliederten Anlage des Sternums und das Unterbleiben einer Verschmelzung der Verknöcherungsbezirke diese Art von Segmentierung bewirkt, und daß sie keineswegs in der ursprünglichen Anlage des Brustbeins selbst begründet ist.

Thorax.

Die Rippen begrenzen, in Verbindung mit der Brustwirbelsäule und dem Sternum, einen für die Aufnahme der Lungen, des Herzens und der großen Gefäßstämme im wesentlichen bestimmten Raum, den Brustkorb (Thorax). Derselbe ist in gewissen Grenzen einer Erweiterung und Wiederverengerung fähig und wechselt damit seine Form. Wir sehen von dieser, immerhin beschränkten, Beweglichkeit ab und denken uns den Thorax in einer Ruhelage, wie sie beim Schluß der Exspiration besteht. Sie kann nur durch Muskelwirkung geändert werden und stellt sich, nach Aufhören des Muskelzuges, sofort wieder her, da die elastischen Kräfte der Rippen das Zurückfedern in diese Lage bewirken.

Der Thorax gleicht einem abgestumpften Kegel, dessen Basis caudalwärts sieht. In der dorsalen Mittellinie ist die Wand am stärksten, da sie durch die Wirbelsäule gebildet wird; die ventrale Wand ist dem Sternum entsprechend, einheitlich, im übrigen aber sind die Wände durchbrochen.

Der Thoraxraum ist am geringsten im obersten Abschnitt und nimmt nach unten hin stetig zu. Auf dem Querschnitt ist er bohnen-

förmig, da in der Mitte der dorsalen Wand die Wirbelsäule in den Brustraum hinein vorspringt. Es bleibt zu beiden Seiten von der Wirbelsäule eine tiefe Furche, Sulcus pulmonalis genannt, in der wesentlich die unteren Lappen der beiden Lungen liegen; die Furche wird dadurch besonders vertieft, daß die Rippen vom Köpfchen an bis zum Rippenwinkel rückwärts verlaufen. In jeder Höhe überwiegt der Querdurchmesser des Brustraums den sagittalen; beide nehmen an Länge vom cranialen zum caudalen Ende hin zu, weil die Wirbelsäule nach rückwärts, das Brustbein nach vorwärts aus der Frontalebene sich entfernen, und weil die Rippen bis zur 8. an Länge zunehmen.

Der Höhendurchmesser des Brustraumes ist am größten an der Wand, am geringsten in der Mitte des Raumes.

Das rührt daher, daß seine Basis nicht durch eine horizontale, sondern durch eine kuppelförmige Fläche mit caudal gerichteter Konkavität gebildet wird. Die Kuppel ist das Zwerchfell; es bildet ein Gewölbe, das am 1. Bauchwirbel, an den Spitzen der 12. und 11. Rippe, und von der 10. Rippe an bis zum Schwertfortsatz des Brustbeins an den Knorpeln der 10. bis 7. Rippe mit der Wand des Thorax verbunden ist. Auf diese Weise verschließt das Zwerchfell den Eingang in den Thorax von unten her, die „untere Brustapertur".

Den Zugang zum Thorax vom Halse her bildet die „obere Brustapertur", die, vom Manubrium sterni, dem 1. Rippenpaar und dem 1. Brustwirbel umschlossen, einen völligen knöchernen Ring darstellt. Die Ebene dieses Ringes steht bei Ruhelage des Thorax schräg, mit dem vorderen Ende abwärts geneigt. Die Beweglichkeit des 1. Rippenpaares erlaubt zwar, das Manubrium sterni zu heben, aber die Eingangsebene des Thorax erreicht nie die Horizontale. Das Sternum wird bei dieser Hebung durch die ersten Rippen festgehalten von den unteren Rippen, vom 4. Rippenpaar an; bei kräftiger Hebung bildet sich die Knickung zwischen Griff und Körper des Brustbeins stärker aus, man sieht den „Sternalwinkel" deutlicher, wenn überhaupt noch der Griff gegen den Körper des Brustbeins beweglich ist (Braune).

Entwickelung der Rippen und des Brustbeins.

Die Rippen entstehen, wie schon bei der Entwickelung der Wirbelsäule erwähnt wurde, unabhängig von den Wirbelkörpern; sie legen sich innerhalb der Myosepten an und erscheinen im Laufe des 2. embryonalen Monats als kleine Knorpelstücke in der Nähe der Wirbelkörper. Sie wachsen wesentlich in die Länge, und ihr ventrales Ende erreicht bald die Mitte der vorderen Leibeswand. Hier verbreitert sich das ventrale Ende der cranialen Rippen; die Verbreiterungen berühren einander und verschmelzen jederseits zu einer Leiste, der Sternalleiste, welche von der 1. bis zur 9. Rippe reicht. Die rechte und die linke Sternalleiste werden durch weiches Gewebe miteinander verbunden. Zu Ende des 2. Monats beginnen die beiden Sternalleisten miteinander zu verschmelzen; am cranialen Ende anfangend, schreitet die Verschmelzung caudalwärts fort. In der Regel verschmelzen die Sternalleisten miteinander bis zur 7. Rippe; es endigen dann die ventralen Enden der 7 oberen Rippenpaare an einer einheitlichen Knorpelplatte, die dem Manubrium und dem

Corpus sterni entspricht. Der Schwertfortsatz entsteht wahrscheinlich aus den caudalen Enden der Sternalleisten; diese verlieren die Verbindung mit der 8. und der 9. Rippe, verschmelzen miteinander zu einem medianen Knorpelstück, oder bleiben getrennt und erscheinen als ein zweizipfeliger Anhang des knorpeligen Brustbeins.

Es ist also das Brustbein ein Produkt der 7 oberen Rippenpaare; aber die direkte Verbindung der Rippenenden mit dem Brustbein erhält sich nicht. Schon im Laufe des 4. embryonalen Monats gliedern sich die knorpligen Rippen vom Sternum ab dadurch, daß sich Gelenkspalten am lateralen Rande des Sternums ausbilden.

Die Rippen verknöchern von einem Knochenkern aus, der am vertebralen Ende der Rippe auftritt, innerhalb des Knorpels. Während von diesem aus der Knorpel aufgelöst und durch Knochen ersetzt wird, bildet sich vom Perichondrium aus eine mächtige knöcherne Hülle für die noch knorpelige Rippe. Dieser „periostale Knochen“ erhält sich als Rippe, während der enchondral entstandene Knochen durch Resorption schwindet (Steudener). Nur das ventrale Ende der Rippenanlage verknöchert nicht und erhält sich als Rippenknorpel.

Das Capitulum und Tuberculum costae sind Epiphysen, die von besonderen Kernen aus verknöchern; sie verschmelzen im 16. Jahre mit der Rippe.

In der knorpligen Anlage des Brustbeins treten an vielen Stellen Knochenkerne auf. Einer davon liegt immer im Manubrium, eine ganze Reihe findet sich im Corpus sterni. Die nebeneinander liegenden Kerne verschmelzen miteinander; dagegen bleiben die Bezirke der hintereinander liegenden, in craniocaudaler Richtung einander folgenden Knochenkerne länger getrennt, und darum erscheint das jugendliche Sternum segmentiert (Fig. 68).

3. Rippe

Knochenkerne im Sternum

Fig. 68. Gabelige Teilung der 4. Rippe.

Die Verknöcherung des Schwertfortsatzes kann ganz unterbleiben.

Störungen der Entwickelung; Varietäten. An der 1. Rippe kann die Knorpelbildung im Myoseptum unzureichend sein. Dann ist die Rippe zu kurz, und erreicht das Manubrium sterni nicht. Die Verbindung der Rippe mit dem Brustbeingriff wird durch einen Bindegewebsstreifen vermittelt. Die Verknöcherung reicht nur so weit, wie die knorpelige Rippe, und es sieht dann die 1. Brustrippe im ausgebildeten Zustande einer Halsrippe ähnlich (Struthers).

Häufiger ist es, daß die 1. und die 2. Rippe mit ihren Körpern zu einer einzigen Knochenplatte verschmelzen, während ihre dorsalen und ihre ventralen Enden frei bleiben. Bei den Cetaceen ist das

die Regel (Turner). Der erste Intercostalraum ist, wenn diese Verschmelzung der beiden oberen Rippen eintritt, nicht vorhanden.

An der 3., auch an der 4. Rippe beobachtet man eine gabelige Teilung des ventralen Endes, die sich auf den Rippenknorpel mit erstreckt (Fig. 68).

Entwickelungsstörungen des Sternums. Die Verschmelzung der beiden Sternalleisten tritt nicht immer ein. Am häufigsten unterbleibt sie an einer Stelle, und es findet sich dann in der knorpeligen Anlage des Sternums eine größere oder kleinere Lücke, die bei der Verknöcherung offen bleibt.

Seltener ist ein völliges Stehenbleiben der Sternalanlage auf früher embryonaler Stufe. Turner (A description of a cleft sternum, Journal of anatomy Vol. 14, 1879) fand ein aus 2 Streifen bestehendes Sternum; jeder Streifen reichte von der 1. bis zur 7. Rippe, besaß ein knöchernes Manubrium und Corpus, sowie einen knorpligen Schwertfortsatz. Zwischen beiden Streifen blieb ein breiter Zwischenraum. Der Höhe der 7. Rippe entsprechend, waren beide Streifen durch ein Gelenk verbunden.

Den Uebergang zu der normalen Form bildet Verschmelzung der beiden Sternalleisten von einer bestimmten Rippe ab. Bis zur 3. oder 4. Rippe bleibt die Sternalanlage doppelt, und nur das caudale Ende ist einfach. Ebenso kann der umgekehrte Fall eintreten, Spaltung des caudalen Endes der Sternalanlage und des Schwertfortsatzes.

Sehr selten ist es, daß nur die 6 oberen Rippenpaare an das Sternum herantreten; etwas häufiger ist der Fall, daß noch die 8. Rippe mit ihrem Knorpel das Sternum erreicht. Dann legt sich entweder an jeder Seite der Knorpel der 8. Rippe an den Rand des Corpus sterni, oder die Knorpel der rechten und der linken 8. Rippe berühren einander ventral vom Schwertfortsatz.

In diesem Falle behält der Knorpel der 8. Rippe die Lage, die er in früher Embryonalzeit besaß *).

Fig. 69. Brustbein und Ossa suprasternalia; von der dorsalen Fläche gesehen.

Die Variationen in der Zahl der Rippen sind bei der Wirbelsäule besprochen; auch ist dort die Litteratur angeführt.

Ossa suprasternalia. Auf der cranialen Fläche des Manubrium sterni zwischen Incisura jugularis und Incisura clavicularis liegen zuweilen 2 erbsengroße, durch ein Gelenk mit dem Sternum verbundene Knochen (Fig. 69). Breschet, der sie zuerst

*) v. Bardeleben fand einmal an einer Seite 8, an der anderen 9 Rippenknorpel in Verbindung mit dem Sternum.

beobachtete, hat sie als „Ossa suprasternalia“ bezeichnet. Nach den Untersuchungen von CAWARDINE (The suprasternal bones in man, Journal of anatomy Vol. 27, 1893) liegen diese Knochenstücke, wie Sesambeine, in 2 Bändern, die von der Kapsel des Sterno-Claviculargelenkes an das Sternum gehen und lateral von der Incisura jugularis inserieren. Die Bänder sind immer vorhanden, die Knochen in ihnen treten nur gelegentlich auf. Meistens ist auf jeder Seite ein Os suprasternale vorhanden; es kommt aber auch vor, daß nur auf einer Seite ein Suprasternale vorkommt. Nach den Untersuchungen von RUGE (Untersuchungen über die Entwickelungsvorgänge am Brustbein des Menschen, Morpholog. Jahrbuch, Bd. VI, 1880) sind beim menschlichen Embryo paarige, knorplige Ossa suprasternalia vorhanden; sie schwinden aber im Laufe der Entwickelung und werden in das Manubrium sterni einbezogen. Zu der Zeit, in der beide Sternalleisten sich vereinigt haben, ist keine Spur der knorpligen Suprasternalstücke mehr vorhanden. Das Selbständigbleiben und die Verknöcherung der Suprasternalstücke ist also die Ausnahme; das Verschwinden ist die Regel.

Neuere Litteratur.

Gegenbaur, *Ueber die episternalen Skeletteile und ihr Vorkommen bei den Säugetieren und dem Menschen, Jen. Zeitschr.* 1. *Bd.* 1868.

v. Bardeleben, *Ueber das Episternum des Menschen, Jen. Sitzungsber.* 1879.

Hasse *und* **Born**, *Bemerkungen über die Morph. der Rippen, Zool. Anzeiger* 1879.

C. W. Hoffmann, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Niederländ. Arch. f. Zoologie* 5. *Bd.* 1880.

M Strauch, *Anat. Untersuch. über das Brustbein des Menschen, Diss. Dorpat* 1881.

Dwight, *The sternum as index of sex and age, Journal of anatomy Vol.* 15, 1881.

Anderson, *The transverse measurements of human ribs, Journ. of anatomy Vol* 18, 1884.

Leboucq, *De quelques anomalies des côtes chez l'homme etc., Annal. de la Société de médecine de Gand* 1885.

v. Bardeleben, *Ueber die anatomischen Verhältnisse der vorderen Brustwand und die Lage des Herzens, Jenaische Zeitschr.* 19. *Bd. Suppl. S.* 104, 1885.

Engel, *Ueber Halsrippen beim Menschen, Diss. München* 1887.

Baur, *On the Morphology of the ribs, American Naturalist Vol.* 21, 1888.

W Braune, *Der Sternalwinkel in anatomischer und in klinischer Beziehung, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1888.

Robinson, *Relations of costal arches to the sternum, British medical Journal No.* 1465 *Jan.* 1889.

Anderson, *Eight true ribs in Man, Anatom. Anzeiger* 1889.

Hatschek, *Die Rippen der Wirbeltiere, Verhandl. der Anatom. Gesellsch. auf der* 3. *Versammlung* 1889.

Lavocat, *Côtes et sternum des vertébrés, Mémoires de l'Académie de Toulouse Série IX Tome* 1, 1889.

Swoboda, *Beitr. zur Formänderg. d. kindl. Brustkorbes, Jahrb. f. Kinderheilk.* 31. *Bd.* 1890.

Debierre, *Le thorax de l'homme est-il en voie de régression? Archives Italiennes de biologie Tome* 21, 1894.

Leboucq, *Die Querfortsätze der Halswirbel in ihrer Beziehung zu Halsrippen, Verhandl. d. Anatom. Gesellsch.* 8. *Versamml.* 1894.

Helm, *Einseitige rudimentäre Entwickelung der ersten Rippe etc., Anat. Anzeig.* 10. *Bd.* 1895.

Skeletlehre.

Zweite Abteilung: Kopf.

Von

Prof. Dr. F. Graf von Spee

in Kiel.

Mit 102 grossenteils mehrfarbigen Originalholzschnitten.

Handbuch der Anatomie des Menschen.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Karl von Bardeleben.

Erster Band. Zweite Abteilung.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1896.



Inhaltsübersicht.

Berichtigungen:

Seite 238 Zeile 1 von oben lies „noch in“ statt „noch fast in“.
„ 242 „ 6 „ „ „ „und diese besitzen“ statt „und besitzen“.
„ 244 „ 13 „ „ „ „dessen Bereich“ statt „dessen hintern Bereich“.
„ 246 „ 17 „ „ ist nach „Fläche“ das Wort „die“ zu löschen.
„ 311 „ 19 „ „ lies „Rachen entwickelten)“ statt „Rachen) entwickelten“.
„ 311 „ 9 „ unten ist „Foramen pterygopalatinum“ zu löschen.
„ 311 „ 3 „ „ lies „Glaseri“ statt „glaseri“.
„ 316 „ 9 „ oben ist nach „Sulcus sagittalis“ ein Komma zu setzen.

Uebersicht der Abbildungen.

Vorbemerkung betreffend die Abbildungen: Als Vorlagen zu fast sämtlichen unten aufgezählten Abbildungen dieses Abschnitts haben von mir selbst angefertigte Photographien neu hergestellter Präparate gedient. Die Zeichnung der Bilder ist daher durchaus perspektivisch und erregt eine stereoskopische Vorstellung des Objekts zumal bei einäugiger Betrachtung des Bildes durch eine mäßig weite Blende. Dank dem unbegrenzten Entgegenkommen des Verlegers, Herrn Dr. Gustav Fischer in Jena konnten dem Texte so zahlreiche Bilder von bisher unübertroffener Naturtreue und Schärfe als Holzschnitt beigegeben werden, deren kunstvolle Ausführung dem Xylographischen Institut von Tegetmeyer in Leipzig oblag.



Einleitung.

Einteilung und Aufzählung der Knochen des Schädels.

Der Schädel, Cranium, wird von vielen zu einem besonderen Skeletabschnitt, dem Kopfskelet, zusammengefügten Knochen gebildet. Er artikuliert mit dem obersten Ende der Wirbelsäule durch das paarige Atlanto-occipitalgelenk und ist in diesem gegen die Wirbelsäule um eine transversale Achse beweglich.

Eine Ruhe- oder Ausgangsstellung, auf welche seine Beschreibung sich bezieht, anzunehmen, ist zur Vermeidung von Zweideutigkeiten nötig. Man hat eine solche gewählt, die der Haltung des Kopfes bei horizontal gerade vorwärtsgerichtetem Blick etwa entspricht und bei welcher der obere Rand der Ohröffnung mit dem unteren Rande der Oeffnung der Augenhöhle des Schädels in dieselbe Horizontalebene fällt. (Genaueres s. bei Schädelmessung.) Schon eine oberflächliche Betrachtung lehrt am Schädel zwei Abteilungen von durchaus verschiedenem Gepräge unterscheiden, nämlich den Hirnschädel, Calvaria, und den Gesichtsschädel, Facies. Jener ist aus gewölbeartig, dorsalwärts von der morphologischen Skeletachse zusammengebogenen Knochenplatten (neuralen Bogenstücken ähnlich) gebildet und stellt im ganzen eine rundliche, starrelastische, geschlossene Kapsel dar, die ringsum das Gehirn schützend umhüllt und nur für dessen Verbindung mit dem Rückenmark, für die Hirnnerven und Gefäße versteckte und relativ kleine Durchtrittslöcher besitzt. Die letzteren liegen, mit untergeordneten Ausnahmen, sämtlich an der abgeplatteten, der Wirbelsäule und dem Gesichtsschädel zugekehrten Unterseite des Hirnschädels, die man als Schädelbasis (Schädelgrund, Basis) von dem beim Menschen durchweg glattwandigen, gewölbten, freiliegenden Teile des Schädels, dem Schädeldach (Schädeldecke, Schädelgewölbe) unterscheidet. (Genaueres über die Grenze beider bei Schädel als Ganzes (Fig. 1).

Der Gesichtsschädel gehört dem Gebiete ventral von der morphologischen Skeletachse gelegener (visceraler) Bogenbildungen an und dient lauter solchen Organen zur Stütze, die sich im lebhaften direkten Verkehr mit der Außenwelt befinden, nämlich Sinnesorganen und Ernährungsapparaten. Dieser Funktion entspricht auch sein Bau. Seine obere Abteilung ist durch ihre nach außen weit offenen Aushöhlungen und die dazwischen stehenden dünnen Scheidewände darauf berechnet, eine adäquate Einwirkung der Außenwelt auf die in den Höhlen beherbergten Sinnesorgane nicht zu verhindern; seine untere

Abteilung wird durch die Bezahnung, den kräftigen Knochenbau und die Beweglichkeit des Kieferapparates sogar zu einem Werkzeug für den aktiven Angriff (auf Nahrung und gegen Feinde).

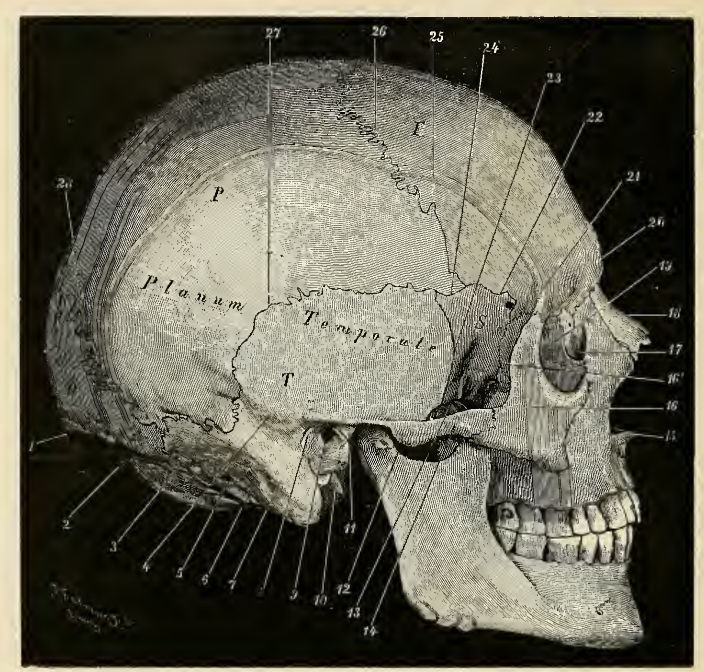


Fig. 1. Seitenansicht des ausgewachsenen Schädels. *1* Protuberantia occipitalis externa. *2* Linea nuchea superior. *3* Sutura occipito mastoidea (= Petro occipitalis). *4* hintere Wurzel des Jochbogens. *5* Emissarium mastoideum. *6* Incisura mastoidea. *7* Processus mastoideus. *8* Spina supra meatum. *9* Meatus auditorius externus. *10* Processus styloideus. *11* Tuberculum articulare posticum (Conus articularis). *12* Tuberculum articulare (anticum). *13* Crista infratemporalis. *14* Arcus zygomaticus. *15* Spina nasalis (anterior) des Oberkiefers. *16* Os zygomaticum. *16'* Sutura spheno-zygomatica. *17* Fossa lacrymalis. *18* Nasenbein. *19* Thränenbein. *20* Arcus superciliaris. *21* Sutura zygomatico frontalis. *22* Sutura sphenofrontalis. *23* Sutura sphenotemporalis. *24* Sutura sphenoparietalis. *25* Linea temporalis superior. *26* Sutura frontoparietalis (coronalis). *27* Sutura temporo-parietalis. *28* Sutura lambdoidea.

Die Höhlen für die Sinnesorgane liegen zwischen der unteren Seite der Hirnkapsel und der oberen Seite des Gesichtsschädels und werden voneinander dadurch geschieden, daß zwischen ihnen beide Schädelabteilungen durch Platten oder Fortsätze in Nähten unverschieblich miteinander verbunden sind. Nur die kaudal von der Mundöffnung befindlichen Knochen des Visceralschädels sind im menschlichen Kopfskelet beweglich, nämlich der Unterkiefer, die Gehör-

knöchelchen und das Zungenbein. Unter diesen beteiligt sich der Unterkiefer an der Bildung des Gesichtsschädels im engeren Sinne und bildet die untere Umrandung der Mundöffnung; Gehörknöchelchen und Zungenbein aber gehören bereits tieferliegenden Teilen des Eingeweiderohres an, in dessen Dienst sie treten, und entstammen dem vergänglichen, embryonalen, knorpeligen Schlundbogenskelet. Sie bilden insofern zwar eine zusammengehörige Knochengruppe, die detailliertere Beschreibung ihrer Derivate aber muß in der Lehre vom Gehörorgan und vom Kehlkopf geschehen.

Manche Knochen des Kopfskelets zeigen im Leben die Tendenz, untereinander zu verschmelzen. Im Laufe der embryonalen und der postembryonalen Wachstumsperiode treten eine Anzahl solcher Verwachsungen zu einheitlichen Knochenkomplexen regelmäßig ein. Letztere bilden dann die typisch selbständigen Knochen des Schädels des Erwachsenen.

Diese sind:

I. Knochen der Hirnkapsel (des Hirnschädels).

unpaare:	das Hinterhauptsbein	Os occipitale
	das Keilbein	Os sphenoidale
	das Stirnbein	Os frontale
	das Siebbein	Os ethmoidale
paarige:	2 Schläfebeine	Os temporale
(symmetrische)	2 Scheitelbeine	Os parietale

II. Knochen des Visceralschädels.

a) des Gesichtsschädels im engeren Sinne:

paarige:	2 Oberkiefer	Maxilla
	2 Jochbeine	Os zygomaticum
	2 Gaumenbeine	Os palatinum
	2 Thränenbeine	Os lacrymale
	2 Nasenbeine	Os nasale
	2 Muschelbeine	Os turbinale
unpaare:	das Pflugscharbein	Vomer
	der Unterkiefer	Mandibula

b) des Schlundbogenskelets:

paarige: die Gehörknöchelchen (Hammer, Malleus; Ambos, Incus; Steigbügel, Stapes).

unpaares Zwischenglied: das Zungenbein, Os hyoideum.

Die Entwickelungsgeschichte lehrt, daß einem Teil der Knochen des Schädels eine knorpelige Vorstufe vorangeht, so allen den Knochen, die die Unterwand der Hirnkapsel bilden, ein anderer Teil sich dagegen ohne knorpelige Vorstufe nach Art der Hautknochen bildet, z. B. die Knochen der Konvexität der Hirnkapsel, viele Knochen des Gesichts. Erstere heißen Primordialknochen, letztere Deckknochen oder Belegknochen. Die so unterschiedenen Knochen finden sich in jugendlichen Stadien des Schädels voneinander getrennt, beim Erwachsenen dagegen sind vielfach Primordialknochen mit Deckknochen verwachsen, sodaß z. B. schließlich keiner der typisch selbständigen Knochen des Erwachsenen, die an der Bildung der Unterseite und gleichzeitig der Seitenfläche des Hirnschädels beteiligt sind, ausschließlich der einen oder der anderen Art zugerechnet werden kann. In dieser Weise zusammengesetzt sind: das Hinterhauptbein, die beiden Schläfebeine, das Keilbein, das Siebbein (mit seinen Deri-

vaten), indem die obere Hälfte des Hinterhauptbeines (Interparietale), der Schuppenteil (Squamosum) und Paukenteil (Tympanicum) des Schläfebeins, die Papierplatte des Siebbeins, nach einigen Autoren auch der Flügelknochen (Pterygoideum) des Keilbeins als Deckknochen entstehen. Selbständig bleibende Deckknochen der Hirnkapsel sind das Scheitelbein (Parietale) und Stirnbein (Frontale); solche des Gesichtsschädels sind die Nasenbeine und die Thränenbeine, das Pflugscharbein (sämtlich Deckknochen auf dem Siebbein); ferner beide Jochbeine, Oberkiefer, Gaumenbeine; in modifizierter Weise auch der Unterkiefer.

Von den im Bereiche knorpeliger Anlagen des Visceralskelets entstehenden Knochen verbindet sich nur der Hammer mit einem Belegknochen (Proc. Folii), alle andern sind durchaus knorpelig präformiert (Ambos, Steigbügel, Griffelfortsatz, Zungenbein).

Hinterhauptbein. Os occipitale, Occipitale.

(Syn.: Os puppis, Os memoriae.)
Englisch: The occipital bone. Französisch: L'occipital.
Italienisch: L'osso occipitale.

Das Hinterhauptbein des Menschen ist ein Knochenkomplex, der an der Schädelbasis das große Hinterhauptsloch, Foramen occipitale magnum, einschließt und als hinterste Partie der ganzen Schädelkapsel bis in den Bereich der Schädeldecke hinaufreicht (Fig. 1). Derselbe besteht, nachdem seine Teile während des 2. (oder 3.) bis 6. Lebensjahres zu einem einheitlichen Knochen verwachsen sind, als selbständiger Bestandteil des Schädels bis etwa zum 16. oder 20. Lebensjahre (Welcker). Solange ist er durch die Synchondrosis sphenooccipitalis vom Keilbeinknochen getrennt. Nachher verwächst derselbe regelmäßig mit dem Körper des Keilbeins und bildet mit ihm zusammen das Os sphenooccipitale (basilare Sömmering's).

1. Die Zusammensetzung des Hinterhauptbeins.

Man pflegt bei der Beschreibung des Hinterhauptbeins die vier Teile zu unterscheiden, aus denen es entwickelungsmäßig zusammengesetzt ist und die noch beim Neugeborenen bloß durch Synchondrosen

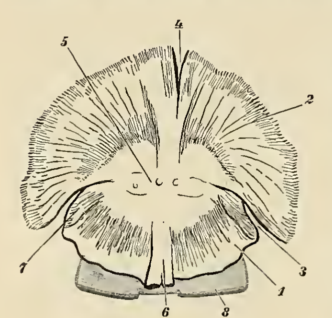


Fig. 2. Isolierter Schuppenteil eines 6—7-monatlichen menschlichen Fötus von der cerebralen Seite. *1* Occipitale superius. *2* Interparietale. *3* Fissura occipito interparietalis, die Grenze des (knorpelig präformierten) Occipitale superius (Unterschuppe) vom Interparietale markierend. *4* Fissur zwischen den beiden symmetrischen Interparietalia. *5* verdickte, kreuzförmig gestaltete Verwachsungsgegend der Schuppenbestandteile. *6* Gegend der späteren Crista occipitalis interna. *7* Verdünnter Teil des Occipitale superius für die Aufnahme des Sinus transversus. *8* Knorpelmasse zur Verbindung der Schuppe mit dem Exoccipitale

oder Bänder zusammengehalten werden. Die diesen homologen Knochenteile niederer Wirbeltiere bleiben zeitlebens selbständig. Diese Bestandteile des menschlichen Hinterhauptbeins sind:

1) Der Basalteil, Pars basilaris (Syn.: Basioccipitale, Os basilare, Processus basilaris occip., Corpus o. occ. (Fig. 3 b *6*; Fig. 3 a *1*).
2) Zwei symmetrische Seitenteile, Partes laterales (Syn.: Exoccipitalia, Occipitalia lateralia s. condyloidae). (Fig. 3 a *5*; Fig. 2 b *1*).
3) Der Schuppenteil, Squama occipitalis (Fig. 2).

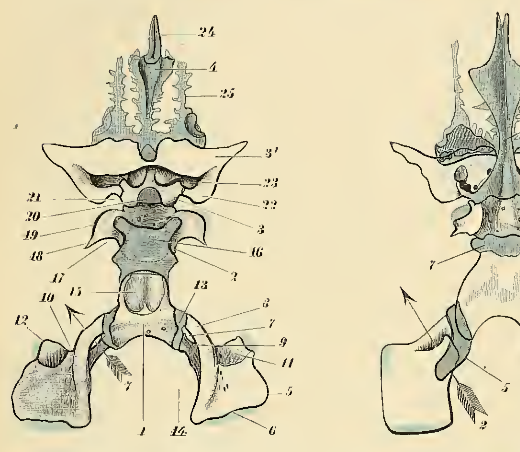


Fig. 3 a. Fig. 3 b.

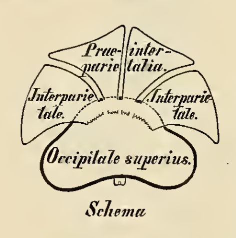
Fig. 3. Ansicht der vertebrofacialen Achsenteile an der Basis des Schädels eines 6—7-monatlichen menschlichen Fötus, einschließlich ihrer nächsten lateralen Verbindungen. Fig. 3 a von der cerebralen Seite, Fig. 3 b von der visceralen Seite gesehen. Petrosum, Alisphenoid. Frontale sind entfernt.

Fig. 3 a. *1* Occipitale basilare (Basioccipitale). *2* Basisphenoid. *3* Praesphenoid bereits verwachsen mit *3'* dem Orbitosphenoid (Alae minores ossis sphenoidalis). *4* knorpeliges Ethmoidale (der Strich endet an der Crista galli). *5* Exoccipitale (Pars lateralis s. condyloidea ossis occipitis). *6* Knorpel zur Verbindung mit dem Occipitale superius (untere Schuppe). *7* Canalis hypoglossi. *8* Tuberculum jugulare. *9* Processus condyloideus. *10* Incisura jugularis. *11* Sulcus transversus. *12* Processus jugularis, dahinter die Synchondrosis petrooccipitalis. *13* Synchondrose zwischen Pars basilaris und lateralis. *14* Foramen occipitale magnum. *15* vorderer Teil der Pars basilaris ossis occipitis (Praebasioccipitale). *16* knorpeliges Dorsum sellae, oben die Processus clinoidei postici tragend, unten in die Synchondrosis sphenobasilaris sich fortsetzend. *17* Sulcus caroticus. *18* Lingula carotica. *19* Synchondrose des Basisphenoids mit dem Alisphenoid. *20* knorpelige Einlage zwischen Basi- und Praesphenoid. *21* Gegend der Fissura orbitalis superior. *22* Processus clinoideus anticus. *23* Canalis opticus. *25* knorpelige Siebbeinplatte (Lamina cribrosa) (zerrissen). *24* knorpeliges Septum narium.

Fig. 3 b. *1* Exoccipitale. *2* Canalis hypoglossi. *3* Incisura jugularis. *4* Processus jugularis. *5* Processus condyloideus mit Knorpelüberzug, der mit dem Knorpel der Synchondrose zusammenhängt. *5'* Tuberculum jugulare. *6* Basilare. *7* Synchondrosis sphenobasilaris. *8* Basisphenoid. *9* Lingula carotica. *10* Synchondrose des Basi- und Alisphenoids. *11* Canalis opticus. *12* Orbitosphenoid (Alae parvae). *13* knorpeliges Septum narium mit dem Keilbeinknorpel zusammenhängend).

Der letztere ist der ansehnlichste Teil des Hinterhauptbeins und zerfällt genetisch und seiner Lage nach in 2 Teile, nämlich: a) einen unteren, der Schädelbasis angehörigen Teil, der ebenso wie die unter 1) und 2) genannten Stücke, mit denen zusammen er das Foramen magnum begrenzt, knorpelig vorgebildet wird, Occipitale superius, untere Schuppenhälfte, Unterschuppe, und b) einen der Schädeldecke angehörigen Teil, obere Schuppenhälfte, Oberschuppe, Os interparietale, der als Deckknochen (symmetrisch) auftritt, der Regel nach schon gegen Ende des 3. Monats fötaler Entwickelung mit dem erst genannten verwächst, in Ausnahmefällen oder als Rasseneigentümlichkeit (bei den Altperuanern, v. TSCHUDI) beim Menschen zur Zeit der Geburt noch einen selbständigen Knochen darstellt (Os transversum, triquetrum, epactale, Os inkae).

Das Os interparietale ist ein typischer Knochen des Säugetierschädels, der konstant in der oberen Hälfte der Schuppe sich findet. Zwischen ihm und den Parietalia finden sich vielfach Schaltknochen eingestreut, schon während der Entwickelung. Man hat nun von diesen die beiden jederseits zunächst der Sagittalnaht gelegenen als Präinterparietalknochen gedeutet (CHIARUGI), Knochen, die bei Säugetieren öfters und bei Pferden regelmäßig vorkommen (GRUBER). Jedenfalls trifft man sie beim Menschen durchaus ungewöhnlich und man ist zunächst nicht berechtigt, dieselben mit den als konstant erkannten Komponenten der menschlichen Hinterhauptschuppe in eine Reihe zu stellen. Ihr relativ öfteres Auftreten beim Menschen gegenüber Tieren führt FICALBI (Monitore zool. Italiano 1889) zu der Vermutung, daß die Präinterparietalknochen neue, noch im Entstehen begriffene und deshalb noch nicht fixierte Elemente des menschlichen Schädels seien.



Schema

CHIARUGI berichtet von einem reifen menschlichen Fötus, dessen Oberschuppe aus zwei hinten mit der Unterschuppe verwachsenen Präinterparietalknochen und jederseits davon je einem Interparietalknochen gebildet ist, von welch letzteren der rechte ganz selbständig, der linke aber am medialen hinteren Ende mit der Unterschuppe bereits verwachsen war. Er glaubt hierin ein Beispiel der typischen Zusammensetzung der Hinterhauptschuppe gefunden zu haben. Demnach wäre beim Menschen die typische Lage der Präinterparietalknochen zwischen den beiden Interparietalknochen am oberen (hinteren) Rande der Unterschuppe (Occipitale superius).

Jedes Interparietale und, wenn es auftritt, auch jedes Präinterparietale entsteht aus einem eigenen Knochenpunkt. Die Oberschuppe entsteht demnach aus mindestens zwei, manchmal aber vier Knochenpunkten. Die Interparietalknochenpunkte treten um die 12., die inkonstanten Präinterparietalknochenpunkte nicht vor der 16. Woche auf.

Die Unterschuppe bildet sich (nach MECKEL, HARTMANN, ANUTSCHIN) aus symmetrischen, bald zusammen verwachsenden Anlagen, nach anderen aus einem einfachen Knochenpunkte. STIEDA kommt hierdurch und durch eigene Untersuchung zu der Vermutung, daß das Auftreten diskreter Knochenpunkte hier variieren dürfte, obwohl das Vorhandensein einer bilateralen Anordung, die fast stets an Unterschuppen des 3.—4. Monats erkennbar ist, eher für 2 symmetrische Knochenpunkte spricht.

Die Inter- und Präinterparietalknochen verwachsen schon meist im 3. resp. 4. Monat mit dem hinteren (oberen) Rande der Unterschuppe. Die gegenseitige Lage der so aus vier Teilen zusammengesetzten Oberschuppe und ihre Lage s. das Schema auf vorhergehender Seite.

Vom Ende des 4. Monats ab kann noch ein kleiner, medianer Knochenpunkt zwischen Foramen magnum und unterem Rand der Unterschuppe auftreten, Ossiculum Kerckringii (Topinard), Manubrium squamae occipitalis (Virchow), der mit der Unterschuppe sich sehr bald vereinigt (Fig. 2, unter *6*). Er ist nicht konstant.

Nach Hannover's Untersuchungen tritt für das Occipitale superius (in der 10.—11. Woche) ein Knochenpunkt, für den übrigen Rest der Schuppe auch bloß ein Knochenpunkt (nach der 8. Woche) auf (l. c. S. 467). Das Auftreten von mehr Knochenpunkten ist danach nicht das gewöhnliche.

Zur Zeit der Geburt deuten in der Regel nur noch symmetrische Einschnitte des Seitenrandes der Schuppe die einst vorhanden gewesene Trennung ihrer Anlagen in obere und untere Hälfte an (Fig. 1 *3*).

Die knöcherne Vereinigung der Seitenteile mit dem Schuppenteil beginnt im Laufe des 1.—2. Lebensjahres, die mit dem Körper (Basilare) im 6.—8. Lebensjahre (Welcker) vom Umfang des Foramen occipitale aus (Virchow), doch stimmen hierüber die Angaben verschiedener Autoren nicht genau überein.

2. Das fertige Hinterhauptbein.

1) Der Schuppenteil, Squama, ist ein plattgewölbter Knochen, mit den Partes laterales (Exoccipitalia) jederseits in einer vorwärts konkaven, beim Erwachsenen nicht mehr erkennbaren Linie (Sutura interoccipitalis posterior [Welcker], S. condylo squamosa [Zaajer]) vereint, welche den hinteren Umfang des Foramen occipitale (magnum) (Fig. 4 *2*) trifft. Infolgedessen gehen die Flächen der Schuppe und der Seitenteile sowie die an der Umrandung des Hinterhauptloches beteiligten Ränder derselben unmerklich ineinander über. Nur am lateralen Rande (Margo mastoideus, Fig. 5 *16*) beider zeigt ein Einschnitt (Incisura mastoidea, Fig. 4 *11*) jederseits die Abgrenzung der Teile an. Von hier aus steigt der freie Rand der Schuppe quer zur Fläche abgestutzt, mit horizontal verlaufenden Kerben versehen, lateral aufwärts, mit dem der andern Seite divergierend zu einer Ecke, Angulus lateralis s. parieto-temporalis (Fig. 4 *1*), die mit der größten Breite des Knochens und der Verwachsungsgrenze der oberen und unteren Schuppenhälfte zusammenfällt. Aufwärts von hier sind die Ränder, Margo lambdoideus (M. parietalis) (Fig. 5 *17*) von höchst zackiger Beschaffenheit und mehrfach winkelig gebrochenem Verlauf, im ganzen konvergent und treffen sich in einer, individuell wechselnd, bald scharfen, bald abgerundeten Spitze (Fig. 5 *1*).

Die äußere konvexe Oberfläche der Schuppe zerfällt in ein oberes, glattes Feld der Schädeldecke, Planum occipitale, und ein unteres, durch Unregelmäßigkeiten ausgezeichnetes, der Schädelbasis angehörendes Feld (Planum nuchae), Nackenfläche, welches für den Ansatz der Nackenmuskulatur bestimmt ist.

Die Grenze beider ist durch die Protuberantia occipitalis externa in der Medianlinie (Fig. 4 *4*) gegeben. Unterhalb dieser geht von

einem nicht immer deutlichen Höckerchen, Tuberculum linearum (MERKEL), jederseits eine aufwärts leicht konvexe Linie, Linea nuchae superior, ab (Fig. 4 *5*), die zum seitlichen Winkel des Schuppenrandes zieht, sowie eine sagittal verlaufende Kante, Linea nuchae mediana (Crista occipitalis externa [A. G.]) (Fig. 4 *7*), die bis zum Umfange des Foramen occipitale hinreicht. Letztere wird in ihrer Mitte gekreuzt von der Linea nuchae inferior, die gegen die Incisura mastoidea hinzieht (Fig. 4 *8*). Die zwischen den genannten Linien liegenden Felder sind meistens grubig vertieft und mit Muskelrauhigkeiten versehen, im einzelnen individuell verschieden.

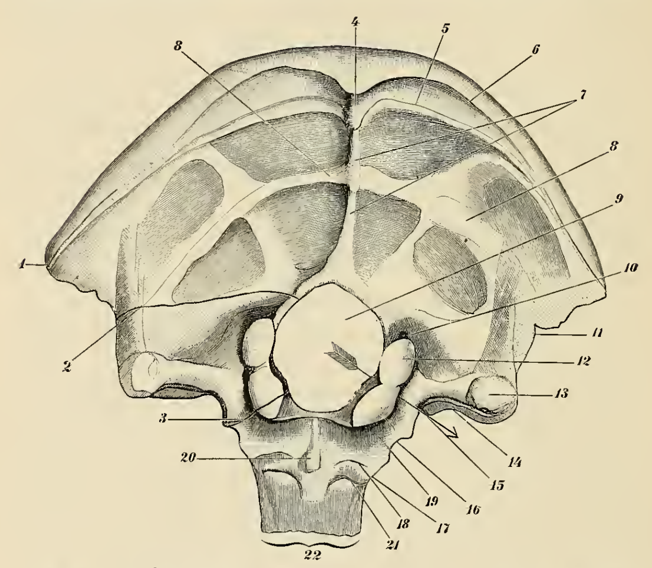


Fig. 4. Occipitale des Erwachsenen von unten. Die Lage der Verwachsungslinien der einzelnen Komponenten des Hinterhauptbeins sind durch dickere Linien angedeutet und zwar bei *1* zwischen Interparietale und Occipitale superius; *2* zwischen Occipitale superius und Exoccipitale (= Pars lateralis s. condyloidea); *3* zwischen letzterem und Pars basilaris. *4* Protuberantia occipit. externa. *5* Linea nuchae superior. *6* Linea nuchae suprema. *7* Linea nuchae mediana. *8* Linea nuchae inferior. *9* Foramen occipitale. *10* Fossa condyloidea (darin die Oeffnung des Emissarium condyloideum [For. condyloid. post.]). *11* Winklig einspringender Rand, der mit dem Schläfebein (Pars mastoidea) verbunden ist. *12* Processus condyloideus. *13* Processus paramastoideus. *14* Incisura jugularis. *15* Pfeil im Canalis hypoglossi. *16* Ausschnitt für den Durchtritt des Sulcus petrosus inferior. *17* Pars basilaris (Basioccipitale). *18* Ansatzlinie des Muscul. rectus capitis anticus (Crista muscularis). *19* Fovea praecondylica. *20* Tuberculum pharyngeum. *21* MINGAZZINI's Crista synostotica. *22* Rand des Basioccipitale, der mit dem Keilbeinkörper verwächst.

Von der Protuberantia occipitalis externa erhebt sich jederseits eine stark aufwärts konvexe Linie, Linea nuchae suprema (MERKEL) (Fig. 4 *6*), die mit der Linea nuchae superior ein kleines Feld für

den Ansatz des Musculus trapezius einschließt. Sie ist nicht immer deutlich, häufiger bei Asiaten, seltener bei Negern (Merkel, Hagen). Genaue Vergleichung jugendlicher und älterer Hinterhauptbeine lehrt, daß das Occipitale superius das Interparietale von unten außen her zunächst der Medianlinie nicht selten eine kurze Strecke weit überwächst. Die obere Grenze der darüberhin gewachsenen Partie jederseits von der Mittellinie entspricht, wo ich sie überhaupt erkennen konnte, der Linea nuchae suprema; diese scheint mir also die genaue obere Grenze des Occipitale superius an der Außenseite des Schädels zu bezeichnen und teilt die individuelle Verschiedenheit ihrer Ausbildung mit oblitterierten Nähten überhaupt. — Aus dem Gesagten folgt gleichzeitig, daß in der Mitte die untere Grenze des Interparietale an der cerebralen Seite der Schuppe tiefer stehen kann, als die obere Grenze des Occipitale superius an deren Außenfläche, woraus sich erklärt, daß die Protuberantia occipit. externa manchmal höher liegt als die Prot. occ. interna, indem beide dem Occipitale superius angehören. Die eben dargelegte Auffassung steht in Uebereinstimmung mit den Abbildungen Stieda's (Anatom. Hefte, Bd. II, 1892, Taf. VI/VII, Fig. 10, 12, 14, 15), sowie den Befunden Virchow's und Hagen's, daß die untere Grenze der isoliert gebliebenen Oberschuppe oberhalb der Protuberantia occipitalis externa durchgeht.

Varianten. Die Protuberantia occipit. externa ist manchmal zu einem langen, abwärts gerichteten Knochenhaken oder Wulste entwickelt.

Das Feld zwischen Linea nuchae superior und suprema fand Merkel bei Europäerschädeln eingesunken, bei denen niederer Menschenrassen vorgewölbt durch eine Ausbuchtung der Fossae cerebrales. Ecker faßt daher die beiden oberen Nackenlinien einfach als Grenzleisten des genannten Feldes auf, findet die Vorwölbung als Rasseneigentümlichkeit (der Australier, Fidschi- und Floridainsulaner) und bezeichnet sie als Torus occipitalis transversus. Sie entspricht der Crista occipitalis der Affen.

Ausbleiben oder Verwachsung der Unter- und Oberschuppe führt zu einer ganz durchgehenden Querspalte der Hinterhauptschuppe (Fissura occ. transversa, Virchow), eine seltene Anomalie. Etwas häufiger persistieren ein- oder beiderseitig von dem Angulus lateralis der Schuppenränder eindringende Fissuren infolge unvollständiger Verwachsung von Ober- und Unterschuppe. Im Bereiche der Oberschuppe sind alle möglichen Kombinationen des Ausbleibens der Verwachsung ihrer Komponenten beobachtet, die sich durch Fissuren zwischen denselben markieren und durch die Entwickelungsgeschichte ihre Erklärung finden. (Fissuren zwischen den Präinterparietalknochen liegen sagittal und median, solche zwischen Präinterparietal- und Interparietalknochen sagittal und seitlich und können mit Abtrennung jedes einzelnen Teiles von der Unterschuppe zugleich auftreten. Bei Abtrennung der Präinterparietalknochen von dem Reste der Schuppe und Verwachsung mit den Ossa parietalia trifft man die Schuppe mit 2 Spitzen versehen.) Solche Anomalien hat Stieda „typische“ genannt. Derselbe Autor bespricht sie ausführlich und hat auch die Litteratur betreffs derselben zusammengestellt (Anatom. Hefte, 1892). Die Fissuren entsprechen denen des Schemas auf Seite 98.

Die Reliefbildung des Planum nuchae ist sehr wechselnd. In ausgesprochenen Fällen trägt sie Spuren der Muskelansätze (Fig. 4). An

die Linea nuchae suprema inseriert sich die Galea aponeurotica. An der Linea nuchae superior fixiert sich medial der Musculus trapezius, lateral davon Fasern des Musculus occipitalis, splenius, sternocleidomastoideus. Zwischen dieser Linie und der Linea nuchae inferior findet sich eine tiefe Grube für den Ansatz des Musculus semispinalis (Complexus und biventer), lateral vorwärts davon eine seichtere für den Ansatz des Musculus obliquus capitis. Unterhalb der Linea nuchae inferior liegen neben der Medianlinie Gruben für den Musc. rectus capitis minor, lateral davon für den Musc. rectus capitis major.

Die cerebrale Fläche der Schuppe trägt entlang den Verwachsungslinien ihrer Teile breite, von mehr oder weniger hohen Kanten eingefaßte Furchen. Von diesen steht eine vertikal und

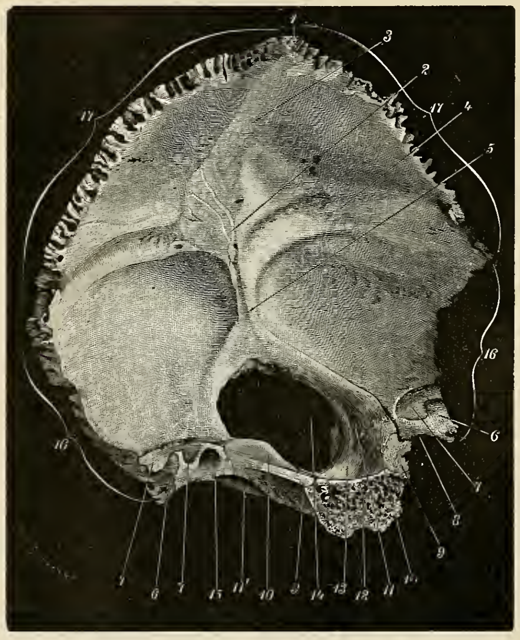


Fig. 5. Erwachsenes Occipitale von rechts oben und vorn. *1* Spitze des Hinterhauptbeins. *2* Protuberantia occipital. interna (Eminentia cruciata). *3* Sulcus sagittalis. *4* Sulcus transversus. *5* Crista occipit. interna. *6* Processus jugularis. *7* Sulcus jugularis (= transversus). *8* Incisura jugularis. *9* Sulcus petrosus inferior. *10* Tuberculum jugulare mit Furche für den Nervus glossopharyngeus, Vagus und Accessorius. *11* Eingang in den Canalis hypoglossi, *11'* äußere Oeffnung des gleichnamigen Kanals der anderen Seite. *12* Trennungsfläche der Pars basilaris vom Keilbeinkörper. *13* Sulcus pro medulla oblongata. *14* Foramen occipitale. *15* vordere Oeffnung eines Emissarium condyloideum. *16* Margo mastoideus. *17* Margo lambdoideus.

median, Sulcus sagittalis (Fig. 5 *3*), die beiden anderen verlaufen im allgemeinen horizontal, symmetrisch, Sulci transversi (Fig. 5 *4*), an der Grenze von Interparietale und Occipitale superius, zwischen den Seitenecken der Schuppe. Sie treffen mit der medianen in der Flächenmitte oberhalb eines Höckers, Protuberantia occipitalis interna zusammen (Fig. 5 *2*). Letztere ist das obere Ende einer scharfen, sagittal gerichteten Kante, Crista occipitalis interna (Fig. 5 *5*), die gegen das Hinterhauptloch hinzieht und gewöhnlich in zwei Schenkel auseinanderweicht, die dessen Rand umsäumen. Sie ist seltener der Länge nach gefurcht oder (links) von einer Furche begleitet (für den Sinus occipitalis); öfters treten größere Venenlöcher in sie ein (Vena diploetica [occipitalis]).

Der Sulcus sagittalis teilt die Innenfläche der Oberschuppe in zwei mit Abdrücken von Hirnwindungen versehene Gruben, Fossae cerebralis (Fig. 5, beiderseits von *3*) für die Hinterlappen des Großhirns; die Crista occipitalis, die Innenfläche der Unterschuppe (Occipitale superius) in die beiden Fossae cerebelli (Fig. 5 beiderseits von *5*) für die Hemisphären des Kleinhirns. Die kreuzförmig gestellten, gegenseitigen Grenzen der Gruben (Lineae cruciatae) dienen in ganzer Länge Fortsätzen der harten Hirnhaut zur Anheftung, die Furchen insbesondere zur Aufnahme von deren Venensinus.

Nicht eben selten erhalten sich Teile der Fissur zwischen Interparietale und Occipitale superius zunächst dem Angulus temporo parietalis und spalten hier eine Strecke weit den Sulcus transversus der Länge nach. Die obere Hälfte des letzteren findet dann seine Fortsetzung auf der untersten Ecke des Parietale, die untere auf der Pars mastoidea des Schläfebeins.

Nach Präparaten der hiesigen anatomischen Sammlung biegt der Sulcus sagittalis in 68 Proz. aller Fälle in den rechten Sulcus transversus, in 13 Proz. der Fälle in den linken, in 19 Proz. gleichmäßig in beide Sulci transversi.

Größere Venenlöcher finden sich ein- oder beiderseitig oberhalb der Protuberantia occipitalis interna, ausgehend von den Sulci.

M a ß e: Die Schuppe mißt in gerader Luftlinie zwischen den Seitenecken beim Erwachsenen 10—13 cm; die von der Spitze zum hinteren Umfang des Foramen occipitale 9—11,5 cm; transversal über die Grenze zu den Seitenteilen (Exoccipitalia) 8,5—9,8 cm.

2) D i e S e i t e n t e i l e, Partes laterales (s. condyloideae; Exoccipitalia, Gelenkteile) bestehen im allgemeinen aus einer hinteren, flächenhaft ausgebreiteten, sehr dünnen (im höheren Alter bisweilen d u r c h b r o c h e n e n) Knochenplatte, deren Flächen und Ränder beim Erwachsenen unmerklich in die der Schuppe übergehen, und einer medial und vorn davon gelegenen, sehr schmalen Abteilung, die aus zwei dicken, in senkrechter Ebene übereinander gelegenen Knochenbogen gebildet ist, welche zur Umfassung eines kurzen, transversalen Kanals, Canalis hypoglossi (Fig. 3 a *7*, Fig. 3 b *2*) vorwärts divergieren und dann vor ihm miteinander verwachsen. Der obere, zugleich längere der beiden Bogen bildet einen ins Innere der Schädelhöhle vorragenden Wulst, Tuberculum jugulare (Fig. 5 *10*, Fig. 6 *16*), über den eine quere Furche (für den N. glossopharyngeus, vagus, accessorius) herüberzieht. Der untere Schenkel, ein wenig medialwärts von dem oberen verschoben, trägt an seiner Unterseite einen länglich-ovalen Streifen konvexer Gelenkfläche und bildet den

größten Teil des Processus condyloideus (Fig. 4 *12*, Fig. 6 *6*) (mit Ausnahme der vordersten Ecke desselben, die von der Pars basilaris ergänzt wird [Fig. 4 *3*]).

Die Verschmälerung des Knochens erfolgt am Vorderende der flach ausgebreiteten hinteren Abteilung ganz plötzlich durch einen rechwinkligen Ausschnitt des lateralen Randes, Incisura jugularis (Fig. 4 *14*, Fig. 5 *8*), die mit dem Schläfebein das Foramen jugulare des Schädels begrenzt. Der rückwärts an den Einschnitt grenzende

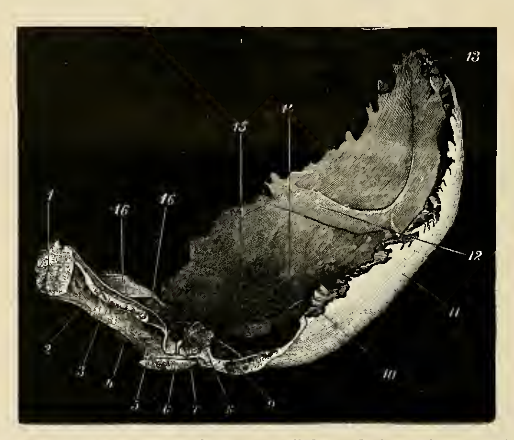


Fig. 6. Occipitale des Erwachsenen von links und ein wenig vorn. *1* Vorderfläche der Pars basilaris (Synchondrose mit dem Keilbein). *2* Untere Seite der Pars basilaris. *3* Margo petrosus. *4* Semisulcus petrosus inferior. *5* Canalis hypoglossi. *6* Processus condyloideus. *7* Mündung des Emissarium condyloideum in die vordere Abteilung des Sulcus jugularis *(9)*. *8* Processus jugularis. *9* Sulcus jugularis. *10* lateraler Winkel, in dem der Margo parietalis und mastoideus zusammentreffen. *11* Außenfläche der Schuppe. *12* Sulcus transversus auf der Innenfläche der Schuppe. *13* obere Spitze der Schuppe. *14* Crista occipitalis interna, *15* Foramen occipitale. *16* Tuberculum jugulare beider Seiten.

Rand der Pars lateralis entwickelt an seiner lateralen Ecke einen aufwärts gerichteten Fortsatz, Processus jugularis (Fig. 5 *6*); ein rauhes Feld an dessen lateraler Seite verbindet sich mit einer entsprechend gestellten Fläche der Schläfebeinpyramide durch Synchondrose (Synchondrosis petrooccipitalis), einem ankylosierten Gelenk zwischen Hinterhaupt- und Schläfebein. Eine breite Furche, Sulcus jugularis (eine Fortsetzung des Sulcus transversus) (Fig. 5 *7*, Fig. 6 *9*) zieht im Viertelkreisbogen hinten und medial um ihn her und trennt ihn von der übrigen Fläche sowie von dem Tuberculum jugulare. Eine mehr oder weniger hohe und scharfe Kante, welche quer vom Processus jugularis gegen das hintere Ende des Tuberculum jugulare zieht, teilt den Sulcus jugularis in eine hintere, horizontal liegende und eine vordere, vertikal stehende (der Incisura jugularis zugekehrte) Abteilung.

Medial von der letzteren liegt die äußere Mündung des Canalis

hypoglossi. Der den Sulcus jugularis tragende Knochenteil ist stets relativ dick und springt an der Unterseite des erwachsenen Hinterhauptbeins in Form eines quer liegenden, halbcylindrischen Wulstes (Processus transversus) vor (Fig. 4, medial von *13*). Sein laterales Ende ist kugelig verdickt oder (selten) in einen senkrechten Fortsatz verlängert, Processus paramastoideus (paracondyloideus [Uhde]) und dient dem Musculus rectus capitis lateralis zur Insertion (Fig. 4 *13*). Sein mediales Ende fließt mit dem hinteren Ende des Processus condyloideus zusammen.

Hinter letzterem findet sich eine verschieden tiefe, inkonstante Grube, Fossa condyloidea (Fig. 4 *10*) und in ihr hinter dem Ende des Gelenkfortsatzes nicht selten der Eingang eines sagittal vorwärts den Knochen bis in den Sulcus jugularis durchbohrenden Kanals, Canalis condyloideus sive Foramen condyloideum posterius, für eine Vene. Der Kanal findet sich beiderseitig in 40 Proz. aller Fälle, fehlt beiderseitig in 10 Proz.; bloß rechts in 10 Proz., bloß links in 40 Proz. aller Fälle. Seine Scheidewand von der Schädelhöhle ist oft auf eine papierdünne Knochenlage reduziert oder sogar durchbrochen.

Die Verwachsung der Schuppe mit den Seitenteilen kann sich verzögern oder überhaupt bloß unvollkommen vollziehen, so daß eine Spalte, entsprechend der lateralen Abteilung der Synchondrosis condylosquamosa, bestehen bleibt (s. Fig. 4 *2*). Vorkommen beim Erwachsenen in 5,3 Proz. der untersuchten Fälle (Zaajer). An dem Rande des Hinterhauptbeins deuten ein Einschnitt und Unterschiede der Randbeschaffenheit stets die Grenze zwischen Schuppen und Seitenteilen an (Fig. 4 *11*).

3) Der Körper des Hinterhauptbeins, Pars basilaris (Corpus, Basioccipitale), stellt im groben ein kurzes, plattes Knochenstück dar, welches zur Verbindung mit den beiden Partes laterales und dem Sphenoidale in drei quer abgestutzte, kurze Arme ausgezogen ist, die durch konkave, dazwischen frei bleibende Ränder voneinander getrennt werden, Von den letzteren ist der hintere am tiefsten ausgeschnitten, scharfrandig, bildet die vordere Umgrenzung des Hinterhauptlochs und schließt an die diesem zugekehrten medialen Seiten der Processus condyloidei an. Der jederseits daneben in die den Canalis hypoglossi umfassenden Schenkel der Seitenteile übergehende Arm zeigt im unverwachsenen Zustande eine hintere untere und vordere obere Facette, letztere verbindet sich mit Bogen des Tuberculum jugulare, erstere mit dem Bogen des Processus condyloideus, dessen vorderste Ecke sie bilden hilft (Fig. 4 *3*). Eine zwischen den Facetten liegende Furche kann zum vorderen Abschluß des Canalis hypoglossi Verwendung finden, wenn die Schenkel der Seitenteile vor ihm nicht verwachsen. Beim erwachsenen Knochen ist jede Spur der ursprünglichen Trennung der Pars basilaris von den Seitenteilen vollkommen verwischt, so daß die Oberfläche des stark vorspringenden Tuberculum jugulare medialwärts glatt zur cerebralen, vorwärts schräg ansteigenden und transversal ausgehöhlten Fläche der Pars basilaris abfallend, vorwärts aber allmählich in dieselbe sich verlierend, mit dieser eine hinten tiefe, vorn abgeflachte, breite Rinne, Sulcus medullae oblongatae (Fig. 5 *13*) einschließt. Lateral von dieser, zunächst dem Rande des Knochens läuft jederseits eine schmale seichte Furche, Semisulcus petrosus inferior (Fig. 5 *9*,

Fig. 6 *4*), zum vorderen Ende der Incisura jugularis. Vorwärts vom Tuberculum jugulare wird die Pars basilaris durch Konvergenz ihrer rauhen, zur Synchondrose mit der Schäfebeinpyramide bestimmten lateralen Ränder auf die Breite reduziert, mit der sich vorn daran das Keilbein durch Synchondrose oder Synostose verbindet, gewinnt aber allmählich dabei durch Entwickelung starker Diploë im Innern eine Dicke bis zu 12 mm, so daß sein Sagittalschnitt keilförmig erscheint, seine Seitenränder dreiseitigen Flächen gleichen und zur Verbindung mit dem Keilbein eine vordere, etwa vierseitige, rauhe Endfläche gebildet ist.

Die untere Seite der Pars basilaris trägt unmittelbar vor der vorderen, steil abgesetzten Ecke der Gelenkfortsätze eine Grube, Fovea praecondylica (Fig. 4 *19*), deren Tiefe von der Höhe der Gelenkfortsätze abhängt.

In den Reliefbildungen oder Rauhigkeiten der Unterseite (Tuberositas occipitalis) zeigen sich viele Variationen.

In der hinteren Hälfte findet sich median eine Leiste (Crista pharyngea) mit vorderem Endhöcker, Tuberculum pharyngeum, Fig. 4 *21*. Jederseits daneben eine transversale, gebogene Linie, Crista muscularis (für den Ansatz des M. rectus cap. antic.). Davor durch ein Grübchen getrennt oft eine zweite ähnliche. Mingazzini findet die letztere vor allem konstant, nennt sie Crista synostotica und deutet sie als Verwachsungsleiste zweier ursprünglich getrennter Knochenkerne der Pars basilaris [Basioccipitale und Praebasioccipitale]. Ich habe mich umsonst bemüht, bei 2—3 monatlichen menschlichen Embryonen 2 getrennte Knochenkerne für die Pars basilaris zu finden.

Ebenso wenig konnte Hannover (l. c. S. 466) noch konnten andere 2 Knochenpunkte finden, wie sie von Rambaud u. Renault (Origine et développment des os, 1864, p. 101) angegeben und (l. c. Taf. 2, Fig. 8) abgebildet werden. Letzterer Befund, sowie die dadurch gestützten Unterscheidungen eines Basioccipitale und Basioticum (zwischen den Spitzen der Schläfebeinpyramide) die Albrecht macht, betreffen deshalb wohl ebenso wie die Unterscheidungen Mingazzini's bloß seltenere Ausnahmen und nicht regelmäßige Verhältnisse menschlicher Schädelbildung.

Variante: Der Semisulcus petrosus inferior mündet durch ein eigenes, in der Mitte seiner Länge befindliches, 1,5 mm weites Loch unter der Synchondrosis petrobasilaris.

Das große Hinterhauptloch, Foramen occipitale magnum (Fig. 4 *9*, Fig. 5 *14*), ist im allgemeinen elliptisch. Sein längerer sagittaler Durchmesser beträgt beim Erwachsenen 3—4 cm, der transversale 2,75—3,5 cm. Die größeren Dimensionen trifft man im allgemeinen an größeren Hinterhauptbeinen und bei stark vorspringenden Gelenkfortsätzen.

Während der noch fortschreitenden Verknöcherung der knorpelig verbundenen Komponenten des Hinterhauptbeins und des Wachstums (bis etwa zum 7. Jahre) findet es sich rückwärts am macerierten Knochen manchmal in die Länge ausgezogen, indem sein hinterer, von der Schuppe gelieferter Randteil relativ lange durch einen Knorpel gebildet ist, der bei der Maceration verloren geht.

Beim Menschen beteiligen sich regelmäßig sämtliche knorpelig präformierten Elemente des Occipitale an der Umrandung des Loches (Zaajer). Die Schuppe mit einem umso kleineren Teile, je mehr

sich die hinteren Enden der medialen Ränder der Seitenteile gegen die Mittellinie hin vorschieben. Die stumpfkantige Umrandung des Hinterhauptlochs durch platte Knochenteile hinten und die Pars basilaris vorn ist durch eine zum Canalis hypoglossi vorwärts aufsteigende, flache, breite Furche unterbrochen. Unter ihr befindet sich eine Rauhigkeit für den Ansatz der Lig. alaria dentis. Die vordere Hälfte des lateralen Umfangs ist jederseits hoch eingefaßt durch die den Canalis hypoglossi zwischen sich fassenden Knochenspangen, von denen der Processus condyloideus sich abwärts, das Tuberculum jugulare sich aufwärts von der Ebene der scharfrandigeren Teile des Lochs ausdehnen.

Die transversale Entfernung der Processus condyloidei voneinander ist kleiner als der größte transversale Durchmesser des Hinterhauptlochs unmittelbar hinter ihnen. Der zwischen dieselben eingeschaltete engere Teil des letzteren wird am nicht macerierten Skelet größtenteils vom oberen Ende des Zahnfortsatzes des 2. Halswirbels und dessen Bandapparat ausgefüllt.

Der Vorderrand des Foramen occipitale steht in der Medianlinie etwa 1,5 cm höher als der hintere.

Die Gelenkflächen des Hinterhauptbeins sind im allgemeinen länglich-gestreckt vorwärts konvergent, in sagittaler Richtung konvex, hinten in eine Grube der unteren Seite des Hinterhauptbeins, Fossa condyloidea (F. postcondylica) (Fig. 4 *10*, vergl. Fig. 6) versenkt, vorn durch eine mehr oder weniger dicke Knochenmasse von der Unterseite der Pars basilaris und dem Hinterhauptsloch abgedrängt. Die rauhen Flächen dieser Knochenmasse sind jederseits durch eine transversale Kante, die vor dem Hinterhauptsloch ausläuft, in ein hinteres (mediales) dreiseitiges Feld (zum Ansatz der Lig. alaria dentis) und ein vorderes (hintere Wand der Fossa praecondylica) zerlegt.

Im einzelnen ist die Beschaffenheit der Gelenkflächen in jeder Hinsicht großen individuellen Variationen unterworfen. Sehr häufig ist ihre Teilung in eine hintere und vordere Hälfte mit oft ungleicher Krümmung durch eine Einschnürung des Randes angedeutet oder von einer rauhen Furche durchgeführt, ihrem hinteren Ende schließt sich eine konkave Einstellungsfläche (Strecker) an. Strecker berichtet außerdem, daß der linke Kondyl (bis 1,5 cm) höher sei als der rechte. Derselbe Autor findet Kondylen extremer Länge, Schmalheit und Höhe, im allgemeinen die seltenere Form, bei Malayen, das Gegenteil sehr konstant bei Negern (negrit. Typus); die Mittelform (Breite zur Länge im Verhältnis von 1 : 4—5) bei Chinesen, Japanern und Europäern. Seine vergleichend-anatomischen Untersuchungen sprechen dafür, daß die doppelten Hinterhauptkondylen der Säugetiere von den einfachen der Amphibien und Vögel sich durch die Annahme ableiten lassen, daß die an der Bildung des Kondyls beteiligte Pars basilaris in zwei symmetrische Arme auseinanderweicht ohne Ausfall eines (mesocentralen) Zwischenstücks.

Varianten. Der Canalis hypoglossi kann durch eine Knochenspange in eine vordere obere und hintere untere Abteilung geteilt sein. Andeutungen der Teilung finden sich fast immer vor. Zuweilen wird er so erweitert gefunden, daß er das ganze Tuberculum jugulare aushöhlt und nur durch ein sehr dünnes oder durchbrochenes Knochenblatt vom Canalis condyloideus posticus getrennt ist.

Der Rand der Incisura jugularis zeigt zunächst der hinteren Ecke der Pars basilaris eine kleine Knochenzacke, vor der der Sulcus petrosus inferior abwärts biegt. Die Zacke kann mit einer ihr von vorn entgegenkommenden ein eigenes Loch für den Austritt des Sinus petros. inf. bilden.

Ein näher der Mitte des Randes vorspringender Stachel, Processus intrajugularis, teilt die Incisura jugularis in eine größere laterale Abteilung für die Vena jugularis und eine kleinere mediale für den Durchtritt des N. IX, X, XI.

Der Processus jugularis ist auf eine schmale Knochenplatte reduziert; mit seinem oberen Ende hakenförmig über den Sulcus transversus (jugularis) zurückgebogen, in diesem Falle manchmal mit einer oberen glatten Fläche versehen, die am ganz gelassenen Schädel wie eine Ergänzung der hinteren Schläfebeinpyramidenfläche erscheint. Die Fläche der Synchondrosis petrooccipitalis ist bei jugendlichen Hinterhauptbeinen knorpelig belegt, bei älteren synostotisch mit dem Schläfebein verbunden. Dann stehen die Markräume des Occipitale mit denen des Petrosum in Kontinuität und können sogar von den Warzenzellen aus pneumatisch werden. HYRTL sah dadurch die Ansatzstelle des Musc. rect. capitis lateralis zu einem Fortsatz aufgetrieben (Processus pneumaticus).

Höckerbildungen am Vorderrande des Hinterhauptlochs sind von zahlreichen Autoren beobachtet worden. Die Fortsätze sind median oder seitlich, ein- oder beiderseitig vorhanden.

Einen medianen Höcker oder Fortsatz (Condylus tertius), der mit dem Atlasbogen artikuliert, beschreibt FRIEDLOWSKY, HALBERTSMA, ROMITI; er wird seit MECKEL als Homologon des medianen Teils des einfachen Kondyls der Vögel oder des 3. Kondyls der Schildkröten angesehen; einen solchen, der mit dem Epistropheuszahn artikuliert, beschreiben LUSCHKA, FRIEDLOWSKY, ALLEN, TAFANI, SERGI. Häufiger sind niedrigere Fortsätze ohne Gelenkflächen (FRIEDLOWSKY, KALENSCHER u. a.). Statt dessen kann auch der stark verlängerte Dens epistrophei in einer Grube der Pars basilaris, des Occipitale, artikulieren (ALLEN). Die Fortsätze scheinen immer in den Bandapparaten zwischen Atlas und Hinterhauptbein zu entstehen.

Ueber ihre Bedeutung und Entstehung sind im einzelnen die Meinungen verschieden. LACHI hält sie für Reste eines Proatlas, TAFANI für Verknöcherungen im Bandapparat des Epistropheus. BIANCHI leitet den medialen Höcker (Condylus tertius) von einem beim 8-monatlichen Fötus nachweisbaren, eigenen, spät ossifizierenden Knorpel am Vorderrand des Foramen magnum ab; KALENSCHER erklärt ihn für den ossifizierenden Ansatz des Ligament. suspensorium dentis.

Die seitlichen Höckerbildungen (Processus accessorii), treten häufiger auf, sind Verknöcherungen im Ansatzpunkt der Lig. occipitoatlantica (BIANCHI, KALENSCHER).

Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein beschreibt BOCKSHAMMER. Ueber starke Entwickelung des Processus paracondyloideus (Processus paramastoideus) liegen Beobachtungen von SANDIFORT, DIETRICH, MAX SCHULTZE, KNAPE, RUDOLPHI, TESMER und UHDE vor, die in der Abhandlung des letzteren zusammengestellt sind. Der Fortsatz wurde in extremen Fällen mit dem Querfortsatz des Atlas in gelenkiger oder in Bandverbindung getroffen. In UHDE's Fall trat er einseitig auf und bedingte Schiefstand des Kopfes.

Ränder und Verbindungen. Während normalerweise auf den Flächen des fertigen Hinterhauptbeins eine Spur der Verwachsung seiner Elemente höchstens mit der Lupe erkenntlich ist, markiert jedesmal eine Aenderung der Randbeschaffenheit oder des Randverlaufs die Stelle, wo die Verwachsungslinien diesen treffen. Nur innerhalb der Oberschuppe ist nicht immer mit Sicherheit auszumachen, ob letzteres Verhalten zutrifft.

Der Rand der Oberschuppe, Margo lambdoideus (M. parietalis) (Fig. 5 *17*) zeigt sagittal gestellte platte Zacken mit meist hinterem und vorderem, verlängerten Zapfen am freien Rande und dazwischen liegenden sagittalen Einschnitten mit besonders vertieftem Eindruck in der Mitte und am äußeren Ende für die Aufnahme von Zapfen der Seitenwandbeine oder Schaltknochen, die damit verbunden sind.

Dem Rand der Unterschuppe, Margo supraoccipitalis, fehlen die vertieften Zapfenlager der Einschnitte, auch die Zapfen der sagittalen Zacken; die ganze Zackenbildung kann in Wegfall kommen. Ein Wechsel in der Abschrägung des Randes markiert am Angulus lateralis sehr scharf das Zusammentreffen beider Ränder; ebenso auch das Zusammentreffen des Randes der Unterschuppe mit dem der Seitenteile, Exoccipitalia, dem Margo exoccipitalis, der gar keine Zapfen besitzt und mit der Fläche der Synchondrosis petrooccipitalis sein vorderes Ende findet (Fig. 5 *6*). Margo supraoccipitalis und M. exoccipitalis bilden zusammen den Margo mastoideus (Fig. 4, Fig. 5) der Autoren (a. G.) und schließen einen stumpf einspringenden Winkel ein in den sich ein entsprechend gestalteter Teil des Schläfebeins einfügt.

Vom Margo exoccipitalis getrennt durch die Incisura jugularis beginnt an der Verwachsungsgrenze des Exoccipitale mit dem Basioccipitale ein rauhes, vorwärts breiteres laterales Randfeld des letzteren unter einer über ihn vorragenden, scharfen Kante, die den Semisulcus petrosus inferior (Fig. 5 *9*, Fig. 6 *4*) trägt, Margo petrobasilaris, zur Verbindung mit der unteren Fläche der Felsenbeinpyramide. Die vordere quer abgestutzte Fläche des Basioccipitale verwächst nach der Pubertät mit dem Basiphenoid (hinterem Keilbeinkörper).

Die Synchondrosis petrooccipitalis verknöchert nach dem 25. Lebensjahre.

Vollständiges Fehlen des Hinterhauptbeins beobachtete Brown in zwei lebensunfähigen, ausgetragenen Kindern derselben Frau.

Litteratur.

Albrecht, *Ueber das zwischen dem Basioccipitale und dem Basipostsphenoid liegende Basioticum, Ctbl. f. d. med. Wissensch.* 1878 *No.* 33.

Anutschin, *Ueber einige Anomalien am menschlichen Schädel etc.* (*russisch*), *Moskau* 1880.

Arche, Aott., *Su alcune rare anomalie dell' osso occipitale dell' uomo, Archivio di psichiatria, scienze penali ed antropologia criminale Vol.* 8, 1892, 440—441.

Bianchi, *Sul modo di formazione di terzo condilo e sui processi basilari dell' osso-occipitale nell' uomo, Archivio per l' antropologia Vol.* 17, 345.

Bianchi, St., *Contributo allo studio delle ossa preinterparietali nel cranio umano, Bollettino della R. Accad. med. di Roma Anno* 1887—1888.

Derselbe, *Ricerche anatomiche sul processo innominato dell' osso occipitale, Bull. della R. Accadem. med. di Roma* 13. *Bd.* 51, 1886 *u.* 1887.

Derselbe, *Sullo sviluppo della Squama occipit. ect., Monitore zoolog. ital.*, 1891.

Bockshammer, K., *Die angeborenen Synostose an den Enden der beweglichen Wirbelsäule, Diss. Tübingen* 1861 (*Assimilation von Atlas u. Hinterhaupt*).

Brown, *Absence of the occipital bone in newly born infance, The Lancet Vol.* 2 *No.* 23, 1108 *ff.*

Calori, *Su la stenosi del foramen jugulare e le sue concomitanze*, 1 tav., *Memorie d. R. Accad. di scienze di ist. di Bologna Ser. V T.* 2, 1892 *Fasc.* 2/3.
Chiarugi, G., *Nuove osservazioni sulle ossa interparietali e preinterparietali, Atti della R. Accad. fisiocritic. di Siena* 1889, 31.
Debierre, *A propos de la fossette vermienne de l'occipital, C. R. Société de biologie* 1893 *Ser. IX Tom.* 5 *No.* 16, 464—466.
Ecker, A., *Ueber den queren Hinterhauptwulst* (*Torus occipit. transversus*) *etc., Arch. f. Anthropologie* 10 *Bd.* 1877, 115, 2 *Taf.*
Ficalbi, E., *Considerazioni riassuntive sulle ossa accessorie del cranio dei mammiferi, Siena, Monitore zool. ital.* 1890 *No.* 7 *u.* 8.
Friedlowsky, *Ueber die sog. accessorischen Gelenkhöcker an der Pars basilaris oss. occipit. etc., Sitzungsber. d. K. Akad d. Wissensch. zu Wien* 60, *Bd.* 1869 *Abt.* 1.
Grünbaum, A. S., *Some points in the anatomy of the suboccipital region, Journ. of Anat. and Physiol.* 1891 *New Ser. V Vol.* 25, 428 *ff.* (*Proc. paracondyloideus bei ägyptischen Mumien; Canalis parajugularis vom Canalis hypoglossi zum Foramen jugulare, Kanal oder Furche in* 37 *Proz. der Fälle vorhanden.*)
Gruber, *Ueber das Os interparietale der Säugetiere, St. Petersburg* 1852.
Hagen, B, *Ueber einige Bildungen an der Hinterhauptschuppe, Dissertation, München* 1880.
Hensel, B, *Vergleichende Betrachtung über die Ossa interparietalia, Reichert und Du Bois Reymond's Archiv* 1875, 598.
Hyrtl, *Wiener med. Wochenschr.* 1860 *No.* 45.
Jeschke, K., *Ueber den Sulcus praecondylicus des Hinterhauptbeins, Dissert., Königsberg* 1894.
Joseph, G., *Ueber eine bisher unbeachtete, dritte halbkreisförmige Linie* (*Linea semicircularis suprema*) *am oberen Teil des menschl. Hinterhauptbeins, Bericht über die Thätigkeit der mediz. Sektion der schles. Gesellsch., Sitzg, v.* 8. *März* 1872.
Derselbe, *Morphol. Studien am Kopfskelet des Menschen u. der Wirbeltiere, Breslau* 1863.
Kalenscher, J., *Ueber den sog. dritten Gelenkhöcker und die accessorischen Höcker des Hinterhauptbeins, Dissert. Königsberg* 1893, 27 *SS.* 1, *Taf., Litteratur.*
Kerkring, *Osteogenia foetuum, Amstelod.* 1670.
Lombroso, *La fossette occipitale selon Debierre, C. R. Société biolog.* 1893 *Ser. IX T.* 5 *No.* 13, 412—413.
Legge, Fr., *Sul significato morfologico dell' osso prebasioccipitale ect., Bull. della R. Accad. med. Roma* 1886.
Marimó, F., *Sulle ossa interparietali nel cranio umano, Archivio per l'antropologia* 1888/89 *Vol.* 18 *Fasc.* 2, 101—121, 2 *Taf.*
Meckel, *Handbuch der menschlichen Anatomie, Halle u. Berlin* 1816.
Merkel, *Die Linea nuchae suprema, Leipzig* 1871, *mit* 7 *phot. Tafeln.*
Mingazzini, G., *Sul processus basilaris ossis occipitis, Anat. Anz.* 1891, 391—400.
Rambaud *et* **Renault**, *Origine et développement des os, Paris* 1864 (*p.* 102).
Romiti, G., *La fossetta faringea nell' osso occipitale dell' uomo, Atti di Società Toscana di scienze naturali in Pisa Vol.* 11, 1890. (*Grube vor dem Tuberculum pharyngeum, Fossetta pharyngea, ein vielleicht durch ein abnormes Rachendivertikel erzeugter Ossifikationsdefekt hinter der Rathke'schen Tasche.*)
Derselbe, *Osservazione di terzo condilo occipitale nell' uomo, Atti della Società Toscana di scienze naturali residente in Pisa, Memorie Vol.* 7, 1884.
Sergi, G., *Prebasioccipitale o basiotico* (*Albrecht*), *Estr. dal Bull. della R. accad. med. di Roma* 1886 *Anno* 12 *No.* 4.
Derselbe, *Interparietali e preinterparietali del cranio umano, Atti della R. Accad. di Roma* 1886 *Anno* 12 *Vol.* 2.
Signorini, G., *Sinostosi dell' atlante coll' occipitale in un cranio umano, Atti della Società veneto trentina di scienze natural in Padova Vol.* 12, 1891 *Fasc.* 2, 306—309.
Stanislao, *Ricerche anatomiche sul processo innominato dell' osso-occipitale, Bull. della R. Accad. medic. di Roma* 1886 *Anno* 13 *Fasc.* 1.
Stieda, H, *Die Anomalien der menschlichen Hinterhauptschuppe, Anatom. Hefte,* 2. *Bd.* 61, 2 *Taf.* (*Litteratur sehr vollständig*).
Strecker, C., *Ueber die Condylen des Hinterhaupts, Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abteil.* 1887, 303—338.
Uhde, *Schiefstellung des Kopfes durch einen Processus paracondyloideus bedingt, Arch. f. klin. Chirurg.* 1886, 8. *Bd.* 24—27, 1 *Taf.* (*hier ält. Litt.*).
Virchow, *Ueber einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel, aus d. Abh. d. kgl. Akad. d. Wissensch. z. Berlin,* 1875, 60 (*Os interpariet., ält. Litt. darüber angeführt*).
Welker, *Untersuchungen über das Wachstum und den Bau des menschlichen Schädels. Leipzig* 1868.
Zaaijer, *Die Persistenz der Synchondrosis condylosquamosa am Hinterhauptbein d. Menschen und der Säugetiere, Anat. Anz.* 1894, 9 *Bd. No.* 11, 337.

Das Scheitelbein, Os parietale (Parietale).

(Syn.: Seitenwandbein, Os bregmaticum, verticis, Sincipitis).
Englisch: The parietal bone. Französisch: Le pariétal.
Italienisch: L'osso parietale.

Das Scheitelbein liegt ganz im Bereich der Schädeldecke und stellt eine letzterer entsprechend gewölbte, etwa viereckige Knochenplatte dar, die mit sämtlichen übrigen Knochen einer Hälfte des Schädeldachs sowie in der Mittellinie mit dem Scheitelbein der anderen Seite durch Nähte verbunden wird.

Man unterscheidet am Scheitelbein vier Winkel und ebenso viel Ränder, eine innere (cerebrale) und eine äußere Fläche.

Ränder. Der Rand, welcher mit dem Scheitelbein der anderen Seite zusammenstößt, Scheitelrand (oberer Rand), Margo parietalis (sagittalis) (Fig. 8 *1*), läuft fast genau sagittal und greift mit platten, mit der Fläche senkrecht gestellten Zacken und daran vorragenden, verschieden langen, stiftförmigen Verlängerungen in entsprechende Einkerbungen und Löcher des gegenüber liegenden Randes ein. Die so entstehende Naht heißt Sutura sagittalis (Pfeilnaht).

Der vordere Rand, Margo frontalis (Fig. 8 *6*), verläuft rechtwinklig zum oberen, schräg vorwärts gerichtet und verbindet sich mit dem Stirnbein. Die Naht, in welcher beide zusammenstoßen, heißt Kronennaht, Sutura coronalis (Fig. 1) und findet jenseits der Mittellinie am Vorderende der Sagittalnaht vorbei ihre Fortsetzung zwischen den symmetrisch gelegenen Knochen der anderen Seite. Die Beschaffenheit des Randes ist in der oberen Hälfte (bis zur Linea temporalis) stark zackig; abwärts von dieser wird er mehr schuppenähnlich, indem von jetzt ab die äußere kompakte Tafel sich bis zur äußersten Spitze der Zacken vorschiebt und sie untereinander verbindet. So sind die Zackenbildungen nur noch in der Ansicht von innen auf den Knochen erkennbar und erscheinen wie durch intermittierende Zuschärfung des Randes auf Kosten seiner Innenfläche entstanden.

Der hintere Rand, Margo occipitalis (lambdoideus) (Fig. 8 *2*) stößt mit dem hinteren Ende des oberen ebenfalls in fast rechtem Winkel zusammen und zieht ebenfalls in der Schädeldecke schräg vor abwärts in etwas geschlängeltem Verlauf. Sieht man von den Windungen ab, so ist er kürzer und stößt deshalb auch mit dem unteren Rande des Scheitelbeins in stumpferem Winkel zusammen als der Vorderrand.

Seine stark zackigen Einschnitte liegen oberhalb eines in der Mitte des Randes einspringenden Winkels ganz auf der Außenseite der inneren Tafel; erst abwärts von da springen ihre Spitzen über den Rand der inneren Tafel vor und werden dann auch auf der Ansicht des Knochens von der inneren Seite her sichtbar; eine unterste Strecke des Randes verläuft fast zackenlos im Anschluß an eine Furche auf der cerebralen Fläche (Sulcus transversus s. dort). Die Naht, in welcher der Rand der Oberschuppe des Hinterhauptbeins (Interparietale) mit dem Scheitelbein zusammenstößt, heißt Sutura lambdoidea.

Der untere Rand des Scheitelbeins zerfällt in drei Abteilungen,

die sich, von vorn nach hinten gerechnet, mit dem Keilbeinflügel, der Schuppe und der Pars mastoidea des Schläfebeins verbinden und dementsprechend Margo sphenoidalis, squamosus und mastoideus heißen (Fig. 8 *5*, *4*, *3*, Fig. 7 *7*, *6*, *5*). Der Margo squamosus nimmt den mittleren und größten Teil des Randes ein, erscheint konkav ausgeschnitten, scharfrandig, von radiären Riffelungen der äußeren Oberfläche umstellt (Fig. 7 *6*).

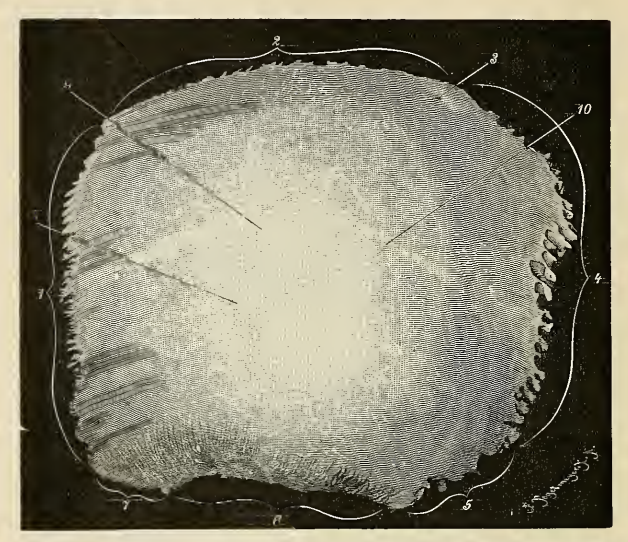


Fig. 7. Parietale, Außenfläche. *1* Margo frontalis (coronalis). *2* Margo parietalis (sagittalis). *3* Foramen parietale. *4* Margo occipitalis (lambdoideus). *5* Margo mastoideus. *6* Margo squamosus. *7* Margo sphenoidalis. *8* Linea temporalis inferior. *9* Linea temporalis superior. *10* Stelle des Tuber parietale.

Vor ihm der kurze Margo sphenoidalis, ebenfalls scharfrandig, stößt mit dem Margo frontalis in spitzem Winkel zusammen. Beide letztgenannten Randabteilungen werden von dem damit verbundenen großen Keilbeinflügel und der Schläfebeinschuppe von außen her überlagert.

Die hinterste Abteilung des Unterrandes, Margo mastoideus (Fig. 8 *3*) stößt mit dem Margo squamosus in schräger, scharfer Kante zusammen, die sich in die Incisura parietalis des Temporale einfügt und ist von der Innenfläche aus abgeschrägt und rauh, viel breiter als der angrenzende Teil des Margo occipitalis, der den Sulcus transversus trägt (Fig. 8 *8*).

Die Dicke des Knochens nimmt gegen den Margo squamosus allmählich ab. Im übrigen sind Dickenunterschiede durch die auf der cerebralen Fläche befindlichen Impressiones digitatae und Juga cerebralia bedingt. Die dickste Stelle entspricht einem auf der Außen-

seite sichtbaren oder fühlbaren, breiten Höcker, Tuber parietale (Fig. 7 *10*).

Die Außenfläche des Scheitelbeins ist durch eine aufwärts konvexe, nicht immer deutliche Linie, Linea temporalis superior (Fig. 7 *9*), welche am Hinterende des Margo mastoideus aufsteigt und vorwärts ziehend den Margo coronalis überschreitet, in eine obere, der Scheitelgegend und eine untere, dem Schläfenfelde angehörige Partie geteilt.



Fig. 8. Parietale des Erwachsenen von Innen. *1* Margo parietalis. *2* Margo occipitalis (Lambdoideus). *3* Margo mastoideus. *4* Margo squamosus. *5* Margo sphenoidalis. *6* Margo frontalis (coronalis). 7 Sulci arteriae mening. mediae. *8* Sulcus transversus. *9* Semisulcus sagittalis. *10* innere Oeffnung des Foramen parietale. *11* Pacchioni'sches Grübchen.

Die Linie überschreitet das Tuber parietale und entspricht wahrscheinlich immer der Verwachsungslinie der beiden ursprünglich getrennten Scheitelbeinanlagen; s. unten. Eine zweite, etwas stärker gebogene, meist deutlichere Linie, Linea temporalis inferior (Fig. 7 *8*) durchzieht unter und parallel der ersteren das Schläfenfeld und entspricht etwa dem Rande des Ansatzes des Temporalmuskels.

Im Bereiche des Scheitelfeldes ist die Oberfläche des Knochens mit feinen, netzförmigen Reliefbildungen und besonders hinten kleinen Löchern versehen. Ein größeres, 1—2 mm weites, zuweilen übrigens auch ein- oder beiderseits fehlendes Loch findet sich etwa 4 cm vor

dem Margo lambdoideus neben dem Sagittalrand, Foramen parietale (Fig. 7 *3*, Fig. 8 *11*) und führt in einen schräg vorwärts den Knochen durchbohrenden Kanal für eine Schädelvene (Emissarium parietale).

Auf der cerebralen Fläche des Scheitelbeins finden sich, abgesehen von den durch Hirneindrücke gebildeten Unebenheiten und wechselnd auftretenden PACCHIONI'schen Grübchen, eine Anzahl konstanter Gefäßfurchen.

Den Margo sphenoidalis überschreiten vom Keilbein aus ein oder zwei schlanke, über die Innenfläche in baumförmiger Verästelung rückaufwärts verlaufende Arterienfurchen; eine weitere (dritte) steigt vom Margo squamosus aus aufwärts. Sämtliche dienen der Einlagerung von Aesten der A. meningea media (Sulci art. mening. med.) (Fig. 8 *7*). Stellenweise sind nicht selten die Furchen knöchern zu Kanälen überbrückt. Inkonstant ist eine für den Sinus sphenoparietalis bestimmte meist breitere Furche entlang dem Margo coronalis, vorn von der Arterienfurche.

Parallel und unmittelbar an dem sagittalen Rande zieht eine seichte, hinten etwas an Deutlichkeit zunehmende Furche, Semisulcus sagittalis (Fig. 8 *9*), die sich mit der gleichnamigen der anderen Seite zur Bildung der Furche zusammenlegt, in der der Sinus sagittalis der harten Hirnhaut hinzieht. Zunächst der untersten Abteilung des Hinterrandes zieht eine breite, flache Furche, Sulcus transversus (Fig. 8 *8*), die einen Teil des Sinus transversus aufnimmt. Sie findet ihre Fortsetzung auf dem Hinterhauptbein und Schläfebein (Fig. 116).

Entwickelung des Scheitelbeins. Das Scheitelbein ist vollkommen als Deckknochen angelegt und entsteht aus zwei übereinander gelegenen Ossifikationscentren (TOLDT). Von den radiären Knochenstrahlen beider treffen sich die einander zugekehrten und erzeugen das Tuber parietale, während die übrigen das Randwachstum des Parietalknochens besorgen.

Bleiben die beiden Ossifikationsbezirke unverwachsen, so veranlaßt dies die sehr seltene Anomalie des durch eine sagittale Spalte geteilten Scheitelbeins (Os pariet. bipartitum), auf dessen unterer Hälfte die Linea temporalis inferior verläuft, wovon TURNER Fälle bei Australierschädeln beschreibt. Früher beobachtete Fälle finden sich zusammengestellt von GRUBER (VIRCHOW's Archiv, 1870, p. 113 ff.). In den von HYRTL beschriebenen Fällen lief die Spaltung des Scheitelbeins jedesmal an der Stelle der Linea temporalis superior, die demnach als Verwachsungsleiste der oberen und unteren Scheitelbeinanlage gelten könnte. Die gegen die Sagittalnaht vorwachsenden Ränder der Scheitelbeine nehmen die Emissaria parietalia zunächst in einen Einschnitt auf, der sich nachträglich normal zu dem Foramen parietale gegen die Sagittalnaht schließt (WELCKER, Untersuch. üb. Bau u. Wachstum des Menschenschädels, 1862, S. 17). Unterbleibt dieser mediale Abschluß, so zieht eine Spalte vom Foramen parietale zur Sagittalnaht, ist gleichzeitig mangelhafte Knochenbildung hiermit kombiniert, so entstehen abnorm weite Foramina parietalia (bis 1,5 cm weit) (GRUBER, VIRCHOW's Archiv, 1870, p. 133 ff.). Solche Bildungshemmung könnte durch Vermehrung oder Erweiterung der das Foramen parietale durchsetzenden Gefäßstämme (Venen) bedingt sein (TURNER, l. c. bei GRUBER a. a. O.); sie treten bei Männern häufiger als bei Weibern auf; die größten Dimensionen fanden sich stets rechts.

Für Spalten des Scheitelbeins, die das Gebiet des Planum temporale teilen, giebt die typische Entwickelung des Scheitelbeins aus

zwei Knochenpunkten, soweit ich ersehe, keine Erklärung. In der hiesigen anatomischen Sammlung findet sich ein Schädel, dessen Schläfebeinschuppe durch eine sagittale Naht in obere und untere Hälfte geteilt ist. Die Fortsetzung dieser Spalte zieht rückwärts auf das Scheitelbein in der Richtung auf die Spitze des Hinterhauptbeines zu, ohne die Lambdanaht zu erreichen. Vielleicht sind die durch diese höchst seltene Nahtspalte vom oberen Teil der Schläfebeinschuppe und unteren Teil des Scheitelbeins abgetrennten Stücke auf Schaltknochen zu beziehen (s. das Kap. accessor. Knochen des Schädels).

Litteratur.

Greig, D. M., *Congenital and symmetrical perforation of both parietal bones*, *The Journ. of Anat. and Physiol.* 1892 *V.* 24, *N. S. V.* 6 *P.* 2, 187.

Gruber, W., *Der Boden einer Grube f. Pacchion. Granulation als gröfsere Schädelprotuberanz vorgewölbt*, *Virch. Arch.* 63. *Bd.* 93.

Derselbe, *Virch. Arch.* 1870, 50 *Bd.* 113.

Derselbe, *Transactions of the internat. medic. Congr. London* 1881, *V.* 1, *Fig.* 146.

Holländer, P., *Beitrag zur Anatomie der Scheitelbeine des Menschen*, *Königsberg. Dissertation* 1894 (*Geschlechtsunterschiede*).

Hyrtl, *Die doppelten Schläfelinien des Menschen*, *Denkschr. d. Wien. Akad.* 1872, 32. *Bd.* 2. *Abtlg.*

v. Jhering, *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1872.

Sutton, J. R., *Orbitosphenoid and Pterion*, *Journ. of Anat. and Physiol.* 1884, 18. *Bd.* 219—223.

Toldt, *Die Knochen in gerichtlicher Beziehung*, *Maska*, *Handb. d. gerichtl. Mediz.*, 3. *Bd.* 1882, 515.

Derselbe, *Ueber die Entwickelung des Scheitelbeins des Menschen*, *Zeitschr. f. Heilkunde*, 4 *Bd.* 1883, 83—86.

Turner, Sir William, *Double right parietal bone in an Australian Skull*, *The journal of Anat. and Physiol.* 1891, *N. S. V.* 5, 473.

Zoja, *Su di una varietà della sutura temporoparietale simulante una frattura*, *Estratto del Bollettino scientif. A.* 9 *No.* 3, 1887.

Das Stirnbein, Os frontale.

Englisch: The frontal bone. Französisch: Le frontal, le coronal. Italienisch: L'Osso frontale.

Als Stirnbein wird beim Erwachsenen ein Knochen bezeichnet, der durch Verwachsung zweier symmetrischer Teile, eines linken und rechten Stirnbeins, die beim Neugeborenen noch ganz von einander getrennt sind, entstanden ist. Es bildet den vordersten Teil des knöchernen Hirnschädels und deckt von oben einen großen Teil des Gesichtsschädels.

Dasselbe besteht aus einem etwa wie eine Viertelkugelfläche gewölbten Teil, Squama frontalis (Pars frontalis verticalis s. perpendicularis) (Fig. 9), der an die Vorderränder der Scheitelbeine anschließend das vordere Viertel des Schädeldachs bildet, und einem an dessen unterem Rande rechtwinklig angefügten und im allgemeinen horizontal ausgebreiteten Teil, der in der Ebene der Schädelbasis liegt und durch einen breiten, medianen Einschnitt, Incisura ethmoidalis (Fig. 10 *3*), in zwei symmetrische Hälften geschieden ist, Partes orbitales (Fig. 10 u. 11). Die Innenfläche der Squama frontalis geht allmählich in ausgerundetem Winkel in die obere Fläche der Partes orbitales über; an der Außenfläche ist die Grenze beider Abteilungen durch mehr oder weniger scharfe Kanten markiert, die abwechselnd teils glatt als obere, vordere Ränder der Augenhöhlen frei vorliegen, teils

auch als Ansatzlinien von Knochen der Basis und des Gesichtsschädels fungieren. Von diesen liegen drei aufwärts konvex am unteren Umfang der Vorderfläche der Squama vor, in der Mitte der Nasenwand, Margo nasalis (Fig. 10 *9*) als obere Grenze des zum Ansatz des Skelets des Nasenrückens bestimmten rauhen Feldes (Fig. 9 *9*, *9'*), jederseits daneben ein oberer Augenhöhlenrand, Margo supraorbitalis (Fig. 9 *1*). Hinter dessen lateralster Ecke, die sich zur Bildung des Processus zygomaticus (Fig. 9 *3*, Fig. 10 *5*) erhebt, läuft jederseits eine dünne Kante medial rückwärts, um die der Augenhöhle zugekehrte Fläche der Partes orbitales vorn von der für die Verbindung mit dem Jochbein rauhen Unterseite des Processus zygomaticus, hinten von der für die Verbindung mit dem Margo frontalis des großen Keilbeinflügels rauhen Unterseite der Stirnbeinschuppe abwärts von der Oberfläche der Schläfengegend abzugrenzen.

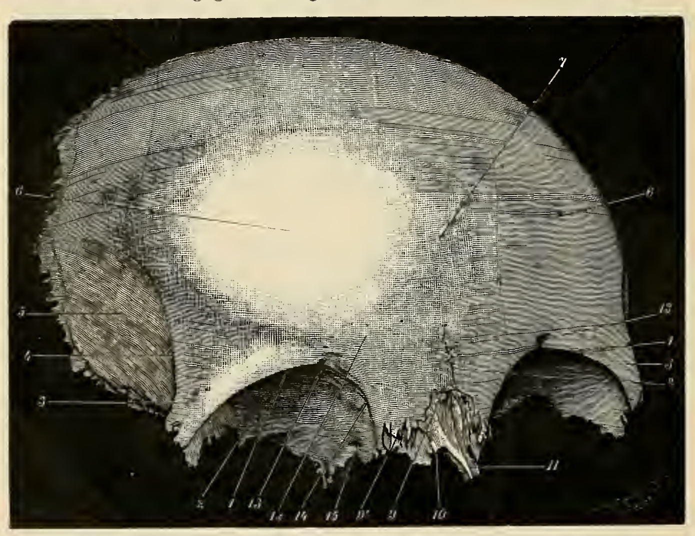


Fig. 9. Frontale von vorn und rechts. *1* Margo supraorbitalis. *2* Superficies orbitalis. *3* Processus zygomaticus. *4* Linea temporalis (inferior). *5* Superficies temporalis. *6* Superficies frontalis (Stelle des Tuber frontale). *7* Glabella. *8* Rest der Sutura frontalis. *9* Margo nasalis. *9'* Margo maxillaris. *10* Processus nasalis. *11* Spina nasalis. *12* Arcus superciliaris. *13* Incisura (Foramen) supraorbitalis. *14* Fossa trochlearis. *15* Foramen ethmoidale anterius.

Die Ansatzlinien des Keilbeins und Siebbeins trennen an der Unterseite des Stirnbeins die cerebrale Fläche von der äußeren. Während die letztere scharf voneinander getrennte Abteilungen, deren jede eigene Berücksichtigung verlangt, aufweist, sind solche an der cerebralen Fläche nicht deutlich geschieden.

Die innere, cerebrale Fläche des Stirnbeins ist glatt,

zeigt stets zahlreiche und deutlich ausgeprägte Hirnabdrücke, sowohl an den konkaven Oberflächen der Squama als auch an den konvex gegen die Schädelhöhle vorgewölbten Flächen der Orbitalteile (Fig. 16 *1*, *2*) und sehr gewöhnlich größere Mengen Pacchioni'scher Grübchen, die mitunter sich bis zur Perforation des Knochens vertiefen (Fig. 10 *23*, Fig. 16 *6*).

In der Medianlinie erhebt sich oberhalb eines Loches, Foramen coecum (Fig. 11 *4*), oder (wenn an dessen Umschließung das Siebbein beteiligt ist) einer entsprechenden Furche im vorderen Ende der Incisura ethmoidalis eine Kante, Crista frontalis, von verschiedener Höhe (Fig. 16 *3*), die aufwärts in zwei parallelen Leisten zur Einfassung einer sagittalen Furche, Sulcus sagittalis (Fig. 16 *5*) auseinanderweicht. Letztere nimmt gegen den oberen Rand der Stirnbeinschuppe gewöhnlich an Tiefe ab, gewinnt aber dafür an Breite. An der Crista frontalis befestigt sich die große Hirnhautsichel; die Furche nimmt den Blutleiter (Sinus sagittalis) derselben auf.

Neben dem Foramen coecum findet sich oft jederseits ein kleines, rauhes Feld für die Anlagerung der Processus alaris des Siebbeins. In dem Winkel, in dem die Innenfläche der Squama frontalis auf die der Partes orbitales umbiegt, ziehen arterielle, sich verzweigende Furchen vor- und aufwärts (für Aeste der Art. meningea media), um ähnlichen, von oben herabsteigenden zu begegnen.

Der hintere Rand des Stirnbeins, sowohl der Squama als der Partes orbitales, liegen, von kleinen Abweichungen abgesehen, in einer am unversehrten Schädel vor-abwärts geneigten Ebene. Im Gebiet der Squama besonders ist der Rand, Margo coronalis (Fig. 1) in der Nähe der Medianlinie gerade so breit, wie der Knochen, der hier seine größte Dicke besitzt, dick ist. In den steiler abfallenden Partien wird der Knochen dünner, sein Rand verschmälert sich indes nur wenig, indem er abwärts von da, wo die Linea temporalis denselben trifft, auf die Außenfläche der Stirnschuppe übergreift.

Er ist außen von der inneren Tafel mit platten Zacken besetzt und mit Löchern versehen, die oben in der Scheitelgegend tief, unten in der Schläfengegend freier zwischen ersteren liegen und den Zacken des Coronalrandes der Scheitelbeine zur Aufnahme dienen. Wo die Fläche der Stirnschuppe in horizontale Richtung einbiegt, wird der Knochen stellenweise papierdünn und sein hinterer Rand verläuft in verschieden langer Strecke glattkantig, als laterale Fortsetzung des Hinterrandes der kleinen Keilbeinflügel frei ins Innere des Schädels vorragend und an der Abgrenzung der vorderen und mittleren Schädelgrube beteiligt (Fig. 10 *7*, Fig. 16 *8*). Lateralwärts an ihm liegt ein Einschnitt für einen Ast der Art. meningea media, der zu einem Knochenkanal überbrückt sein kann.

Ein vor dem glatten Randteil gelegenes, am isolierten Stirnbein scheinbar der Außenseite angehöriges Feld ergänzt die untere Fläche des kleinen Keilbeinflügels und ist noch der cerebralen Oberfläche zuzurechnen. Seine Breite ist proportional der der kleinen Keilbeinflügel, seine Länge umgekehrt proportional der Länge der letzteren. — Unmittelbar vor diesem glatten Felde befindet sich eine von drei konkaven Seiten umschlossene, rauhe Fläche (Fig. 10 *6*), deren vordere Ecke gegen den Processus zygomaticus, als lateraler Rand der Orbitalteile hinzieht, während ihre mediale Ecke den Hinterrand des Orbitalteils,

Fig. 10 *8*, ihre laterale Ecke das untere Ende des Margo coronalis trifft. Sie trennt demnach die cerebrale, orbitale und temporale Fläche des Knochens voneinander und dient dem Margo frontalis des großen Keilbeinflügels zur Verbindung, dessen Facies temporalis, cerebralis und orbitalis unten an die gleichnamigen des Frontale anschließen (Fig. 17, Fig. 16).

Die Außenfläche der Squama frontalis zerfällt durch eine jederseits vom lateralen Rande des Processus zygomaticus aufwärts und dann im Bogen rückwärts bis zum Hinterrande verlaufende, später sich verdoppelnde Linie, Linea temporalis (Fig. 9 *4*), deren Fortsetzung auf dem Scheitelbein hinzieht, in drei Felder, ein großes mittleres, Facies frontalis (Fig. 9 *6*), welches oberhalb der Margines

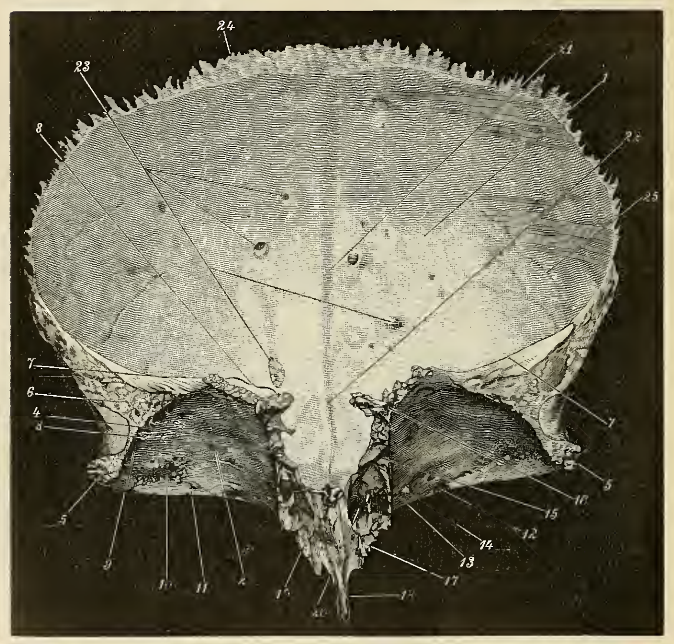


Fig. 10. Frontale von unten und hinten. *1* Superficies cerebralis der Stirnbeinschuppe. *2* Facies orbitalis. *3* Rand der Incisura ethmoidalis (Margo ethmoidalis). *4* Margo orbitalis. *5* Processus zygomaticus. *6* rauhe Anheftungsfläche für die Ala temporalis des Keilbeins. *7* glatte Kante, Fortsetzung des Hinterrandes der Alae orbitalis des Keilbeins. *8* Anheftungsrand der Alae orbitales. *9* Fossa lacrymalis. *10* Cribra orbitalia. *11* Margo supraorbitalis. *12* Incisura supraorbitalis. *13* Fossa trochlearis. *14* Spina trochlearis. *15* Sulcus und Foramen ethmoidalis anter. *16* Sulcus und Foramen ethmoid. poster. *17* Processus nasalis. *18* Spina nasalis (frontalis). *19* Foramen coecum. *20* Eingang in den linken Sinus frontalis. *21* Sulcus sagittalis. *22* Crista frontalis. *23* PACCHIONI'sche Grübchen. *24* Margo parietalis. *25* Furchen für Aeste der Art. meningea media.

supraorbitales und des Margo nasalis bis zur Sutura coronalis sich erstreckt und zwei kleinere, seitliche Facies temporales (Fig. 9 *5*), die abwärts bis zu der rauhen Verbindungsfläche des Stirnbeins mit dem großen Keilbeinflügel reichen.

Die Stirnfläche besitzt zwischen mittlerem und unterem Drittel ihrer Höhe eine mit einer Verdünnung des Knochens zusammenfallende, verschieden deutliche Vorbuchtung, Tuber frontale (Fig. 9 *6*), welche der Lage des Knochenpunktes jeder Stirnbeinhälfte entspricht. Das nach aufwärts von deren Verbindungslinie gelegene Feld gehört bei jugendlichen Individuen mit kräftigem Haupthaar noch in das Gebiet der behaarten Kopfhaut. Nach abwärts von ihr liegt die stets von Haupthaar frei gelassene Stirnhaut. Dieses Gebiet der Knochenfläche erscheint besonders in der Mitte gegenüber den darüber gelegenen, stärker gewölbten Stirnhöckern wegen seiner größeren Flachheit wie eingesunken (Glabella, Fig. 9 *7*). Es erstreckt sich, spitz zulaufend, in der Medianebene am weitesten nach abwärts, bleibt aber vom Margo nasalis getrennt durch zwei viertelkreisförmige Wülste, Arcus superciliares (Fig. 9 *12*), die erst nach dem Eintritte der Pubertätsjahre zu vollkommener Ausbildung gelangen, manchmal aber überhaupt unscheinbar bleiben. Dieselben beginnen über dem Margo nasalis, dicht nebeneinander, jederseits von der Medianlinie und der hier als Rest der Verwachsungsnaht beider Stirnhälften fast stets persistierenden Punktreihe oder zackigen Zeichnung (Fig. 9 *8*), und laufen im Bogen oberhalb der medialen Abteilung des Margo supraorbitalis lateralwärts. Ihre Oberfläche pflegt rauher und mehrfach von kleinen Löchern durchbohrt zu sein.

Die Stärke ihrer Vorwölbung hängt zum Teil mit dem verschiedenen Grade der Ausbildung von Hohlräumen im Stirnbein (Stirnhöhlen s. unten) zusammen. In der Gegend oberhalb des Foramen supraorbitale verlieren sie sich und es erscheint die lateral davon gelegene Fortsetzung der Stirnfläche platter. Der Margo supraorbitalis bildet die konkave untere Abgrenzung der Stirnfläche. Indem er vom Seitenrande des Margo nasalis lateral aufwärts steigt, erscheint er als eine zunächst stumpfe Kante, welche den unterhalb des Arcus superciliaris gelegenen Streifen der Stirnfläche nur undeutlich gegen die Augenhöhlenfläche absetzt. Lateralwärts von einem Einschnitt, Incisura supraorbitalis (Fig. 9 *13*), der zu einem Loch, Foramen supraorbitale, Fig. 9 *12*, überbrückt sein kann, wendet sich die Richtung des Randes unter kantenähnlicher Zuschärfung in flachem Bogen lateralabwärts und rückwärts und endet als medialer Rand (resp. vorderer) des Processus zygomaticus, Fig. 9 *3*.

Die Superficies temporalis steht fast vertikal und bildet die vorderste Abteilung des Planum temporale des Schädels. Unmittelbar hinter dem Processus zygomaticus mündet auf ihr nicht selten ein größeres Loch für eine Schädelvene.

Das Foramen supraorbitale kann durch eine Knochenspange geteilt sein. In der Tiefe desselben findet sich ein Foramen nutritium.

Die Unterseite jeder Pars orbitalis zerfällt in die etwa dreiseitige Facies orbitalis (Fig. 10 *2*) und einen medial davon entlang ziehenden Streifen unregelmäßiger Oberfläche, welche in vorwärts konvexem Bogen mit dem der anderen Seite hinter dem Margo nasalis zusammenstößt, um die Pars nasalis zu bilden (Fig. 10),

welche in Form eines rückwärts in lange Schenkel ausgezogenen Hufeisens die Incisura ethmoidalis einschließt.

Der Hinterrand beider Abteilungen (Fig. 10 *8*) verbindet sich mit dem Vorderrande der Alae parvae des Keilbeins.

Die Pars orbitalis besteht aus sehr dünnen Knochenplatten, so daß man öfters den Verlauf der Juga cerebralia ihrer oberen Seite an der Orbitalfläche derselben durchschimmern sieht.

Die Facies orbitalis ist eine in jeder, aber vorwiegend in transversaler Richtung konkave, etwa dreiseitige Fläche, deren Gebiet medialwärts von dem sagittal verlaufenden Streifen der Pars nasalis, lateralwärts durch die zum Jochfortsatz konvergierenden, bereits genannten Kanten abgegrenzt ist. Zunächst dem Processus zygomaticus ist sie durch den stark vorspringenden Margo supraorbitalis grubig vertieft zur Fossa glandulae lacrymalis (Fig. 10 *9*). Aufwärts vom lateralen Ende des Margo nasalis findet sich ein Grübchen, Fossa trochlearis (Fig. 10 *13*, *14*, Fig. 9 *14*), welches öfters undeutlich, manchmal auch durch eine kleine, an seiner lateralen Seite auftretenden Knochenzacke (Spina trochlearis) ausgezeichnet sein kann, zur Befestigung der knorpeligen Rolle für die Sehne eines Augenmuskels (M. obliquus super.).

Der mediale Rand der Orbitalfläche, Margo orbitalis (Fig. 10 *4*), ist zugleich der Seitenrand der Pars nasalis und in seiner vorderen Hälfte gewöhnlich bedeutend weiter abwärts vorgeschoben als in der hinteren. An der Grenze beider Hälften findet sich als laterale Mündung eines Kanales oder einer Rinne das Foramen ethmoidale anterius (Fig. 9 *15*), oder ein ihm entsprechender, glatter Einschnitt. Der im übrigen zackig-rauhe, rückwärts immer niedriger werdende Rand ist zunächst vor seinem hinteren Ende mit noch einem Einschnitte versehen, der das Foramen ethmoidale posterius bilden hilft. Hierauf komme ich unten wieder zurück.

Die Orbitalfläche ist im allgemeinen glatt. Eine größere Gefäßfurche erscheint auf ihr manchmal in der Mitte ihres lateralen Randes als Fortsetzung eines zwischen Margo frontalis der Ala magna und Unterseite der Stirnbeinschuppe eingeschlossenen Kanals; kleinere finden sich wechselnd auf der hinteren Abteilung der Fläche. Porositäten der letzteren (Cribra orbitalia [Welcker], Fig. 10 *10*) entstehen häufig symmetrisch, nach dem 7. Lebensjahre, hinter dem Margo supraorbitalis zuweilen als Rasseneigentümlichkeiten (Welcker).

Die Fossa glandulae lacrymalis wird bei Kindern fast immer tiefer als bei Erwachsenen in eine Konkavität des Processus zygomaticus eingelassen gefunden.

Die Pars nasalis des Stirnbeins macht während des Wachstums langsam vor sich gehende, wesentliche Umgestaltungen durch. In einfachster Form erscheint sie noch beim Neugeborenen als ein abwärts umgelegter, schmaler Rand, Nasenrand des Stirnbeins, dessen symmetrische, noch getrennte Hälften die Incisura ethmoidalis umfaßen und je aus einem sagittal verlaufenden hinteren und einem viertelkreisförmigen vorderen Stück bestehen. Letzteres legt sich mit dem der anderen Seite zusammen und bildet die halbkreisförmige Umfassung des Vorderumfangs der Incisura ethmoidalis. Im Bereich dieses Stückes bekommt der Rand sehr bald zwei durch eine frontale Kante geschiedene Facetten, von denen die vordere auf die Vorderfläche der Stirnschuppe übergreift und aufwärts durch den Margo

nasalis abgegrenzt wird, während die hintere gegen die cerebrale Fläche der Stirnschuppe aufwärts reicht. Die beide Facetten trennende Kante entwickelt sich später zu einem abwärts vorspringenden, dem Margo nasalis parallel gekrümmten Knochenblatt, Processus nasalis (Fig. 9 *10*, Fig. 10 *17*), der in der Medianlinie zu einer der Länge nach kantigen Spitze, Spina nasalis (s. frontalis) (Fig. 9 *11*, Fig. 10 *18*) vorabwärts ausgezogen ist. Dieser Fortsatz teilt dann die ganze einheitlich aufgefaßte Pars nasalis beider Hälften des Stirnbeins folgendermaßen.

I. Vor ihm liegt eine halbmondförmige, kleine, vordere Abteilung, deren Oberfläche schon vom 3. Jahre ab in feine Zacken und dazwischenliegende Löcher zerklüftet ist (Fig. 9 unterhalb *9*); mit ihr verbinden sich die Skeletteile des knöchernen Nasenrückens nämlich: 1) die neben der Medianlinie und vor der Spina nasalis zusammenstoßenden Nasenbeine; 2) jederseits von diesen die Nasenfortsätze des Oberkiefers. Die oberen Ränder der genannten Knochenteile stoßen an den Margo nasalis, der für jeden derselben zackig, etwa viertelkreisförmig, ausgeschnitten ist (Fig. 9 *9* und *9'*).

II. Hinter ihm liegt der oberste Teil der Nasenhöhlen und das Ansatzgebiet für das innere Nasenskelet, nämlich: in der Mitte die knorpelig präformierte Nasenscheidewand, deren Vorderrand an die hintere Seite der Spina nasalis stößt. Jederseits davon begrenzt der Processus nasalis von vorn mit konkav ausgehöhlter Fläche das oberste Ende der Nasenhöhle, bildet hier also die hintere Oberfläche des unversehrten Nasenrückens; noch weiter seitlich trifft er den vorderen Rand des Siebbeinlabyrinths und das Vorderende des sagittalen Randes der Incisura ethmoidalis.

Die Spina nasalis fehlt an jugendlichen Stirnbeinen; auch manchmal bei Erwachsenen mit erhaltener Stirnnaht. Nach Holl entwickelt sie sich entlang einem Fortsatz der Dura mater, der zwischen Stirn- und Siebbein das Foramen coecum ausfüllt, weiter unten als feines, später schwindendes Fädchen auf dem Vorderrande des Septums hinabläuft (Holl, Verhandl. d. Anatom. Ges. zu Göttingen, 1893).

Beim Erwachsenen ist der Regel nach das Foramen coecum eine blind endende Lücke oberhalb der Stelle, wo der Rand der Lamina perpendicularis des Siebbeins den Hinterrand der Spina nasalis (resp. Processus nasalis) unter abwärts-spitzem Winkel trifft.

Der hintere sagittal verlaufende Teil des anfangs einfachen Nasenrandes spaltet sich gleichzeitig mit der Entwickelung des knöchernen Siebbeinlabyrinths in zwei Lamellen, zwischen die ein Hohlraum von unten eindringt. Der untere Rand der lateralen Lamelle (Fig. 10 *4*) ist identisch mit dem Margo nasoorbitalis, dem medialen Rande der Orbitalfläche des Stirnbeins und im erwachsenen Schädel vorn mit dem Thränenbein, hinten mit der Papierplatte des Siebbeins verbunden, mit der sie die Foramina ethmoidalia an der medialen Wand der Augenhöhle einschließt. Der untere Rand der medialen Lamelle, Margo ethmoidalis (Fig. 10 *3*) senkt sich zum lateralen Rande der Lamina cribrosa des Siebbeins herab, mit dem er sich in ganzer Länge verbindet. Er bildet die unmittelbare Umgrenzung der Incisura ethmoidalis, deren Breite der sie ausfüllenden Lamina cribrosa gleich ist.

Der zwischen beiden Lamellen enthaltene Hohlraum ist beim Erwachsenen individuell wechselnd, der Breite des Siebbeinlabyrinths entsprechend, und je weiter vorn im allgemeinen umso tiefer. Hinter

dem Foramen ethmoidale anterius und einer Furche, die von ihm zum Margo ethmoidalis zwischen zwei Knochenplättchen medial vorwärts zieht, Sulcus ethmoidalis anterior (Fig. 10 *15*) (für die Art. ethm. ant. und den Nerv. ethmoidalis) bleibt er niedrig. Zunächst seinem hinteren Ende zieht der Sulcus ethmoidalis posterior (Fig. 10 *16*) vom Foramen ethmoidale posterius aus in flachem Bogen medialwärts, ähnlich dem vorderen zwischen zwei Knochenblättchen eingeschlossen. Er leitet die Art. ethmoidalis posterior bis zu einem Einschnitt im Margo ethmoidalis. Die jeden Sulcus ethmoidalis einschließenden Knochenplättchen nebst einem einfachen Knochenplättchen vor und einem zwischen beiden gelegenen teilen den Hohlraum zwischen den Rändern des Nasenteiles in abwärts offene Zellen ein, Cellulae frontales, meistens vier, deren Ausdehnung sehr variabel ist. Sie legen sich wie Deckel auf die aufwärts offenen Cellulae frontales des Siebbeins, dessen Höhlen sie oben gegen die Schädelhöhle abschließen. Von den drei hinteren kann durch Vordringen des Hohlraums zwischen die beiden Knochentafeln des Augenhöhlendaches dieses hohl werden, in extremen Fällen in ganzer Ausdehnung, bis zu den kleinen Keilbeinflügeln hin. Von der vordersten aus dringt jederseits der Hohlraum vom 2. Jahre ab langsam, aber konstant oberhalb der seitlichen Teile des Processus nasalis in die Gegend des Arcus superciliaris ein, höhlt diese von hinten her aus und treibt, etwa vom 12. Jahre an, ihre Vorderwand zu stärkerer Ausprägung an der Stirnfläche vor. Diese mit dem Alter zunehmende Ausweitung der Höhle der vordersten Cellula frontalis heißt Stirnhöhle, Sinus frontalis (Fig. 10 *20*). Eine dünne Scheidewand, Septum sinuum, in annähernd medianer Stellung, doch manchmal verbogen, trennt die Stirnhöhlen beider Seiten voneinander.

Persistiert die mediane Trennung der Stirnbeine durch Ausbleiben ihrer gegenseitigen Verwachsung als eine Naht beim Erwachsenen (Sutura metopica, Stirnnaht, s. S. 124), so teilt diese das Septum höchst unregelmäßig in 2 Blätter, deren eines in der Medianlinie vielfach durchbrochen ist und derjenigen Seite angehört, an der die Stirnhöhle die größere Ausdehnung gewonnen hat, während das der anderen Seite, vollkommen kontinuierlich, manchmal sogar dick ist und allein die Scheidung der Stirnhöhlen vollzieht. Die Ausdehnung der Stirnhöhlen ist selten auf beiden Seiten gleich. Sie können in Ausnahmefällen die Stirnschuppe bis in die Höhe der Stirnhöcker, den Augenhöhlenrand bis zum Processus zygomaticus, das Augenhöhlendach bis in die kleinen Keilbeinflügel hinein unterminieren oder spalten. Ihre Peripherie zeigt meist Ausbuchtungen und dazwischen stehen gebliebene Reste von Scheidewänden. Je größer die Stirnhöhlen, um so dünner sind in der Regel die sie begrenzenden Knochenplatten. Zuweilen fehlen die Stirnhöhlen (wie bei Affen) und man findet an ihrer Stelle spongiöse Knochensubstanz. (Weitere Beziehungen siehe bei Nasenskelet.)

Die Entwickelung des Stirnbeins. Das Stirnbein entsteht als Deckknochen der vordersten Partie des Hirnschädels, von zwei symmetrischen Hauptknochenpunkten aus. Von jedem derselben entwickeln sich Knochenstrahlen nach allen Richtungen: die je abwärts wachsenden erzeugen die Orbitalplatte und den Margo supraorbitalis, die übrigen die Stirnbeinschuppe. Orbital- und Stirnteil sind anfänglich in beinahe gleicher, wenig gebogener Ebene aus-

gebreitet, ihre gegenseitige Abgrenzung ist aber schon sehr früh durch den schirmartig vorspringenden, besonders lateralwärts scharfkantigen Margo supraorbitalis gegeben. Im Laufe des Wachstums knicken sich später die Flächen der Schuppe und Orbitalteile schärfer gegeneinander ab.

Zu den beiden genannten Hauptknochenpunkten des Stirnbeins treten noch accessorische, ebenfalls paarige, welche meist zu Verbindungsfortsätzen des Stirnbeins mit Gesichtsknochen werden, nämlich: 1) für die Spina nasalis jederseits vom Foramen coecum; 2) für die abwärts von der Spina trochlearis gelegene Partie der Pars orbitalis, die sich mit dem Oberkiefer verbindet; 3) für die Gegend des Processus zygomaticus (Serres, Rambaud u. Renault, v. Jhering).

Alle Knochencentren verwachsen im 4. Fötalmonat miteinander zunächst dem Augenhöhlenrande. Nur der Knochenpunkt des Proc. zygomaticus hat größere Bedeutung. Derselbe bleibt längere Zeit hinten durch einen Einschnitt oder eine Furche von den benachbarten Teilen der Stirnbeinschuppe getrennt oder abgegrenzt. Seine Vereinigung mit der Orbitalplatte des Stirnbeins, führt zur Vervollständigung der Thränengrube. Unterbleibt die Verwachsung, so findet sich als Resultat dieser Entwickelungshemmung in der Thränengrube hinten eine spaltenförmige Vertiefung oder auch ein Loch, welches in einem von v. Jhering genannten Falle zum Durchtritt des Ramus lacrymalis der Art. mening. media diente. Der Anfang der Linea temporalis superior an der Außenseite des Proc. zygomaticus tritt erst später und deutlich überhaupt erst etwa zur Zeit der zweiten Dentition über der Linea temporalis inferior auf (v. Jhering).

Hinter diesem konstanten Knochenpunkte des Stirnbeins (Frontale posterius, v. Jhering) finden sich noch inkonstante Schaltknochen im Bereiche der vorderen Seitenfontanelle nicht selten (epipterische Knochen s. d. Kap. über accessorische Schaltknochen).

Im Bereiche der hintersten Partie endlich, der Orbitalplatte, findet sich öfters noch ein selbständiger Verknöcherungsbezirk. Beim Erwachsenen bleibt der in ihm entstandene Knochen indes selten selbständig, sondern verschmilzt mit dem Orbitalteil des Stirnbeins zu einem einheitlichen Ganzen. Bleibt seine Verwachsung aus, so besteht er als Schaltknochen zwischen dem Vorderrande der kleinen Keilbeinflügel, dem Orbitalteile des Stirnbeins und dem Siebbein. Solche Fälle erwähnt Hyrtl (Sitzungsb. der Kais. Akad. zu Wien, 1860) und sind mehrfach von mir selbst beobachtet.

Ich hatte Gelegenheit, den sonst wohlgestalteten Schädel eines 10-jährigen Kindes zu untersuchen, in welchem die Verknöcherung dieses Bezirkes beidseitig am macerierten Schädel fehlte und so beide Augenhöhlen durch symmetrische, 2 cm breite Knochenlücken in Verbindung mit der Schädelhöhle standen. Dabei waren die hinteren Siebbeinzellen gegen die Schädelhöhle durchaus abgeschlossen durch eine glatte, dünne Knochenplatte, welche den Seitenrand der Lamina cribrosa mit dem oberen Rande der Lamina papyracea verbindet. Als Uebergangsstufen zu diesem extremen Fall können die weniger seltenen Fälle betrachtet werden, in welchen stellenweise das Dach der Siebbeinzellen nicht von der Pars orbitalis des Stirnbeins, sondern von zungenförmigen Plättchen, die vom lateralen Rande der Lamina cribrosa lateralwärts sich vorschieben, gebildet ist. Dann sieht man an der Innenfläche des Schädels Stirnbein und Decke des Siebbeinlabyrinths in buchtiger Naht zusammenstoßen.

Die Ausbildung der pneumatischen Stirnhöhlen und der Zellen des Nasenteils sind als Kontiguitätswirkungen der Nasenhöhlen auf die Stirnbeinränder anzusehen und deshalb Anhänge der Nasenhöhle. Während die erste Spur der Stirnhöhlenbildung schon gleich nach dem 1. Lebensjahr sich als seichte Bucht anlegt, beginnt sie doch erst in den letzten Jahren vor der Pubertätsperiode sich nennenswert zu vergrößern, um etwa gegen das 20. Jahr ihre durchschnittliche, bleibende Größe erlangt zu haben.

Zuweilen bleiben die beiden Stirnhälften (wie bei Tieren) voneinander getrennt durch eine mediane, von der Nasenwurzel bis zur Mitte des Margo coronalis verlaufende Naht, Stirnnaht, Sutura metopica. Die Persistenz derselben soll nach den Angaben Anutschin's sehr viel häufiger bei Europäern (8,7 Proz.) als bei Mongolen (5,1 Proz.), Negern (1,2 Proz.) und Australiern (1 Proz.) vorkommen. Aehnliche Angaben macht Welcker (a. a. O. S. 143), der Stirnnähte bei Deutschen in 10 Proz., bei Malayen in 5 Proz. fand. Vorhandensein der Stirnnaht führt zu größerer Breite der Stirn, weiterem gegenseitigen Abstand der Tubera frontalia, größerer Breite des Siebbeins, mangelhafter Ausbildung der Crista frontalis, zuweilen Fehlen des Stirnsinue. Dabei sind die sagittalen und senkrechten Dimensionen des Stirnteils des Schädels in allen Teilen verkürzt.

Schaltknochen, eingefügt in die Stirnnaht, finden sich hie und da bei Kindern. Einen solchen, sehr großen fand Gulliver bei einem 4-monatlichen Kinde bei gleichzeitigem Vorhandensein eines Paares symmetrischer Schaltknochen der Coronalnaht. Zuweilen haben die Hinterenden der Pars nasalis mediale Fortsätze (Proc. antisphenoidei), die zu einer Naht zusammenstoßen [Sutura metopica basilaris] (Staurenghi).

Zwischen Tuber frontale und Linea temporalis findet sich öfters eine von der Incisura supraorbitalis schräg aufsteigende Gefäßfurche (in 16,4 Proc. der Fälle, Solco soprafrontale, Zoja).

Litteratur.

Alezais, *Note sur le mode de communication du sinus frontal avec le meat moyen, Comptes rendus hebdomaires de la Société de biologie*, 9. *Ser. T.* 3, 702—705.

Gulliver, G., *A skull with Wormian bones in the frontal suture, Proc. of the Anat. Soc. of Great Britain and Ireland. Journ. of Anat. and Physiol.* 1891, 2.

Gruber, W., *Nachtrag zu den Stirnfontanellknochen des Menschen, Virch. Arch.* 63. *Bd.* 92 (*Taf.* 1, *Fig.* 2).

Hartmann, A., *Ueber die anatomischen Verhältnisse der Stirnhöhle und ihrer Ausmündung, Wiener med. Presse* 33. *Jg.* 1892 *No.* 36, 1442.

Holl, *Ueber das Foramen coecum des Schädels, Anz. d. Wiener Akademie, math.-naturw. Kl.* 1893 *No.* 24, 250—251.

v. Jhering, *Die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Stirnbeins, Reichert u. du Bois' Arch. f. Anat.* 1872, 649 (*eigener Knochenpunkt des Stirnbeins am Pterion; ältere Litteraturang*).

Popow, M., 1) *Os fonticuli frontis*; 2) *Die metopischen Schädel*; 3) *Ossa Wormiana der Kranznaht, Arb. der med. Sekt. der Charkow'schen Gesellsch. f. experiment. Wissensch.* 1888, *Heft* 2, 15—29, (*russisch*).

Rambaud, A. *et* **Renault, C.**, *Origine et développement des Os, Paris* 1885 (122, *Pterion-Knochenpunkt d. Stirnbeins*).

Sander, *Ueber eine Schädeldecke mit persistenter, abnorm gelagerter Stirnnaht, Berlin. klin. Wochenschr.* 1875 *No.* 7.

Schultz, G. J., *Bemerkungen über den Bau des normalen Menschenschädels, Petersburg* 1852, *behandelt seltenere Besonderh. d. Stirnbeins.*

Staderini, *Osservazioni anatomiche, Siena* 1890 (*Intorno alla fontanella medio frontale del cranio umano*), *Estratto di Atti di R. Accad. de fisiocritics, S. VI, V.* 1, 6, *V.* 2, 5.

Staurenghi, C., *Appunti di Osteologia ect., Bolletino della società med. chir. di Pavia, Seduta del* 12 *Luglio* 1895.

Steiner, F., *Ueber die Entwickelung der Stirnhöhlen und deren Krankheiten, Langenbeck's Arch.* 13. *Bd. Berlin* 1872.

Stieda, L., *Ueber den Sulcus ethmoidalis der Lamina cribrosa des Siebbeins, Anat. Anz.* 1891, 232.
Tenchini, L., *Note sur la crête frontale chez les criminels, Actes du premier congrès internat. d'anthropologie crimin., Rome, Nov.* 1885, *Turin-Rome-Florence* 1886—87, 449 *ff.*
Derselbe, Sulla crista frontalis nel cranio dei criminali, Parma 1886.
Varaglia, *Sulla cresta frontale interna e sulla fossetta occipitale mediana, Arch. di psichiat., sc. penali e anthr. crimin., Torino* 1886, *V.* 7 *Fsc.* 2, 109.
Welcker, H., *Cribra orbitalia, Arch. f. Anthropol.* 17, *Bd.* 1—18.
Derselbe, Untersuchungen über das Wachstum und den Bau des menschlichen Schädels, Leipzig 1862 (*Zusammenfassung S.* 142—144).
v. Wichert, P., *Ueber den Canalis ethmoidalis, Dissert. Königsberg i. Pr.* 1891, 38 *S.* 1 *Taf.*
Zoja, G., *Sopra un solco non noto dell' osso frontale (solco soprafrontale), Memorie dell' Istituto Lombardo* 1884.

Keilbein, Os sphenoidale.

Synonyme: Os cuneiforme, alatum, multiforme, pterygoideum, sphecoideum vespiforme; Os carinae, Os colatorii. Englisch: The sphenoid bone. Französisch: Le sphénoide. Italienisch: L'osso sfenoide.

Das Keilbein nimmt den vor dem Hinterhaupt und den Schläfebeinen gelegenen Bezirk des Gehirnschädels ein und verbindet sich

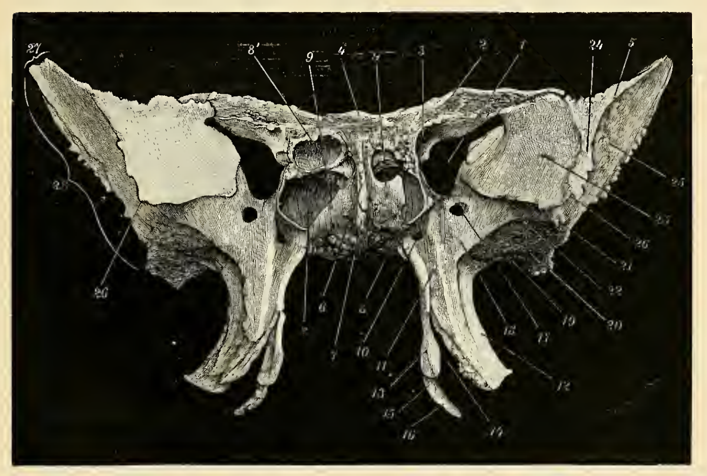


Fig. 11. Erwachsenes Keilbein von vorn und etwas rechts. *1* Fissura orbitalis superior. *2* Ala orbitalis. *3* Canalis opticus. *4* Processus ethmoidalis. *5* Ala magna (Alisphenoid). *6* Crista sphenoidalis. *7* Rostrum sphenoidale. *8* Sinus sphenoidalis. *8'* eine obere durch ein horizontales Septum abgetrennte Abteilung der Keilbeinhöhle. *9* Rest der Concha sphenoidalis. *10* Canalis Vidianus. *11* Sulcus pterygopalatinus. *12* Laterale Lamelle des Processus pterygoideus. *13* mediale Lamelle desselben. *14* Incisura pterygoidea. *15* Sulcus hamuli. *16* Hamulus pterygoideus. *17* Canalis rotundus (vordere Oeffnung). *18* Facies sphenomaxillaris. *19* Crista sphenomaxillaris. *20* Facies infratemporalis. *21* Crista infratemporalis. *22* Crista infraorbitalis. *23* Facies orbitalis. *24* Crista zygomatica. *25* Facies temporalis. *26* Vorspringende Zacke. *27* Margo parietalis; *28* Margo temporalis des Alisphenoids.

mit sämtlichen typischen Knochen des letzteren sowie den meisten Knochen des feststehenden Gesichtsschädels (ausgenommen Nasen- und Thränenbeine, untere Muscheln). Diese vielfachen Beziehungen machen die Beschreibung des Keilbeins umständlich.

Man pflegt am Keilbein einen median gelegenen Körper und drei Paar symmetrisch gestellter Fortsätze zu unterscheiden. Ersterer schließt sich an das vordere Ende der Pars basilaris des Occipitale an und grenzt vorn an die Nasenhöhle. Von den Fortsätzen entstehen 2 Paare von der rechten und linken Seite des Körpers und breiten sich lateralwärts aus (Fig. 11). Das vordere Paar nimmt seinen Ursprung jederseits nahe der vordersten, oberen Ecke des Körpers, kleine Flügel, Alae parvae (Fig. 11 *2*, Fig. 16 *14*); das hintere Paar, Alae magnae, große Keilbeinflügel, entspringt am Körper weiter unten und hinten, nahe der hinteren unteren Ecke und ist jederseits von den kleinen Flügeln durch eine Spalte getrennt, die Fissura orbitalis superior (Fig. 11 *1*, Fig. 16 *15*). Das dritte Paar der Fortsätze steht im ganzen senkrecht, Processus pterygoidei, flügelförmige Fortsätze (Fig. 11 *11*, Fig. 16 *33*) und geht abwärts von der Ecke aus, in welcher die untere Fläche eines großen Keilbeinflügels mit dem Körper zusammenstößt. Jeder Proc. pterygoideus besteht aus zwei winklig zusammenstoßenden Knochenplatten, die mit dem Körper einen sagittalen Kanal, Canalis pterygoideus (sive Vidianus), Fig. 11 *10*, umschließen.

Die Processus pterygoidei ragen in das Gebiet des Gesichtsschädels hinab und umfassen, speciell die mediale Platte, jederseits einen Teil des visceralen Rohres (Nasenhöhle). Die horizontalen Flügel beteiligen sich an der Umschließung des Gehirns. In dieser Hinsicht verglich Henle die topographischen Verhältnisse des Keilbeins mit denen eines Wirbels, in der Weise, daß der Keilbeinkörper dem Wirbelkörper, die horizontalen (großen) Flügel dem Wirbelbogen, die laterale Platte des Processus pterygoideus mit dem Querfortsatz, die mediale Platte desselben einem rudimentären visceralen Bogen entspräche.

Komponenten des Keilbeinkomplexes.

Die obige Einteilung unterscheidet nicht alle Teile, aus denen der Knochenkomplex nach den Erfahrungen der Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie zusammengefügt ist. Demgemäß besteht zunächst der Körper des Keilbeins aus zwei in dem vertebro-nasalen Achsenteil der Basis hintereinander gelegenen Abschnitten. Der hintere heißt Basisphenoid, hinterer Keilbeinkörper (Fig. 3b *8*, Fig. 3a *2*); der vordere Präsphenoid, vorderer Keilbeinkörper (Fig. 3a *3*). Mit letzterem verbinden sich vor allem schon sehr frühzeitig in der Fötalzeit die Alae parvae (s. minores s. orbitales, Proc. ensiformes), Orbitosphenoid (d. vergl. Anatomie) (Fig. 3a *3'*) und bilden mit ihm zusammen das Sphenoidale anterius der Säugetiere. Die Alae magnae (s. temporales) und die laterale Lamelle des Processus pterygoideus stellen zusammen schon sehr früh einen einheitlichen Teil dar, Alisphenoid. S. u. Seite 142.

Die mediale Lamelle des Proc. pterygoideus aber ist ursprünglich ein selbständiger Knochen (Pterygoidknochen der Tiere), der später mit dem Alisphenoid verwächst. Alisphenoid und Basisphenoid bilden durch Verwachsung miteinander das Sphenoidale posterius.

Dieses bleibt bei Säugetieren vielfach vom Sph. anterius zeitlebens getrennt. Spuren dieser Trennung erhalten sich manchmal dauernd auch beim Menschen (Hyrtl, Lehrbuch d. Anat. 1873 S. 242) Typisch aber sind bei diesem beide zu einem zusammenhängenden Knochenkomplex vereint. Beim Neugeborenen ist die knöcherne Vereinigung aller genannten Teile bereits sehr vorgeschritten; nur die des Alisphenoids mit dem Basisphenoid ist zwar im Gange, aber noch sehr locker (Fig. 13 *15*).

Sämtliche Teile, die das Keilbein zusammensetzen, sind knorpelig vorgebildet, wenn auch nicht immer bis an die äußersten Ränder (Hannover).

Im 9.—12. Jahre (Toldt) verwachsen kleine Knochenplättchen, Conchae sphenoidales, mit der unteren Seite des vorderen Keilbeinkörpers, die eigentlich dem Siebbein zugehören, unter Umständen aber von diesem teilweise losgelöst bleiben.

Dieselben veranlassen von dieser Zeit ab in eingreifender Weise eine Rückbildung der Knochensubstanz an der Unterseite des Keilbeinkörpers, so daß dieser beim Erwachsenen hohl wird (Fig. 11 *8*) und die typische Gestalt, die schon in allen Teilen beim kindlichen Keilbein zu vollkommener Ausbildung gediehen ist, verloren geht. Diese Reduktionsvorgänge am Keilbeinkörper verlangen eine gesonderte Besprechung im Zusammenhange mit den Conchae sphenoidales und sind eigentlich nicht zu den Vorgängen einer selbständigen Fortentwickelung des Keilbeins zu rechnen. Die typische Form ist bereits in allen wesentlichen Punkten vorher erreicht und bleibt mit Ausnahme der Unterseite des Keilbeinkörpers zeitlebens bestehen.

Die Ausbildung und typische Form des menschlichen Keilbeins.

Die beiden Abteilungen des Keilbeinkörpers treten durch Verwachsung miteinander und mit den Seitenteilen in enge Beziehungen. Orbito- und Alisphenoid bleiben durch die Fissura orbitalis superior getrennt. Beide Orbitosphenoide verwachsen miteinander über dem Präsphenoid und trennen es von der Schädelhöhle.

Allgemeine Beziehungen der beiden Abteilungen des Keilbeinkörpers.

Die beiden knöchernen Abteilungen des Keilbeinkörpers, Basisphenoid und Präsphenoid, liegen noch zur Zeit der Geburt ganz mit dünnen Knorpelüberzügen versehen hintereinander, in den Verlauf der vertebrofacialen Achse der Schädelbasis als Bindeglieder zwischen Basioccipitale und oberster hinterer Ecke der knorpeligen Nasenscheidewand eingefügt. Mit dem Basioccipitale ist dabei nur das Basisphenoid in Verbindung (Fig. 3a und b). An das knorpelige Nasenseptum aber grenzen sowohl Präsphenoid als Basisphenoid. Indem nämlich ersteres ursprünglich nicht so weit ventralwärts herabreicht wie letzteres, bleibt ein Stück der Vorderfläche des letzteren vom ersteren unbedeckt und schließt mit der Unterseite desselben einen vorabwärts offenen Winkel ein, den die hinterste obere Ecke des knorpeligen Nasenseptums ausfüllt (Fig. 12 bei *11*). Aufwärts von hier auch mit dem Nasenknorpel in kontinuierlichem Zusammenhange er-

9*

streckt sich die zur Bildung der Synchondrose zwischen Basi- und Präsphenoid eingeschaltete Knorpelplatte. Das Präsphenoid erscheint dann wie eine knöcherne Einlage in der höchsten Partie des knorpeligen Nasenseptums und von dementsprechender Form, nämlich als eine senkrechte, ziemlich dicke Platte aus spongiöser Knochensubstanz (Fig. 54 a).

Ihr dem Basisphenoid zugekehrter Rand ist in senkrechter Richtung gefurcht und ebenso wie der dem Nasenscheidewandknorpel zugekehrte Rand breit; der vordere Rand ist etwas zugeschärft und stößt mit letzterem in anfänglich sehr stumpfem, später (etwa bis zum 7. Jahre) sehr spitz ausgezogenem Winkel (Rostrum sphenoidale, Fig. 17 *2*) zusammen.

Die Umbildung der Querschnittsform der axialen Keilbeinteile der Basis von der Form einer transversal ausgebreiteten Platte, mit dorsaler und ventraler größter Fläche, welche sie zunächst dem Basioccipitale aufweist, zu der Form einer sagittal und vertikal gestellten Platte im Bereiche des Nasenseptums und des Präsphenoids, vollzieht sich im Basisphenoid. Dessen Grundform ist ein Tetraeder mit abgestumpften Kanten. Zunächst dem Basioccipitale und der cerebralen Seite ist es breit, gegen das Nasenseptum und das Präsphenoid zu in querer Richtung verschmälert und abwärts wie ein Schiffskiel zu einer Platte verlängert von derselben Dicke, welche Präsphenoid und Nasenseptum besitzen, mit denen dieser Teil zunächst durch Synchondrose verbunden ist.

Mit dem fortschreitenden Ersatz des Knorpels der Schädelbasis durch Knochensubstanz kommen von den einander zugewandten Teile des Prä- und Basisphenoids zunächst ihre lateralen Ränder in Kontakt und zur Verwachsung, während in der Mitte und in der Tiefe zwischen ihnen sehr lange eine Knorpelplatte sich erhält, die noch beim 7-monatlichen Fötus bis zur cerebralen Seite der Keilbeinkörper durchgeht (Fig. 14 *3*, Fig. 12 *11*) und ventralwärts mit dem Nasenknorpel zusammenhängt. Die weitere knöcherne Vereinigung von Basi- und Präsphenoid erfolgt zuerst oben, zuletzt (nach dem 1. Lebensjahr) auch unten unter Schwund des zwischenliegenden Knorpels und Verlängerung des vorderen Keilbeinkörpers nach unten, der dabei in Gestalt einer senkrechten sagittal stehenden Platte in ganzer Höhe mit der Vorderseite des hinteren Keilbeinkörpers verschmilzt, sich dann wie eine vordere, plattenförmige Verlängerung desselben ausnimmt.

Das Sphenoidale anterius.

Der vordere Keilbeinkörper (Präsphenoid) ist durch das soeben gesagte hinreichend charakterisiert. Schon im 4. Fötalmonat, lange vordem seine Verwachsung mit dem Basisphenoid sich einleitet, ist er in knöcherne Verbindung getreten mit den paarigen kleinen Keilbeinflügeln, Orbitosphenoid, die zunächst seiner cerebralen Seite mit ihm verwachsen zur Bildung des Sphenoidale anterius (Fig. 3 a *3*).

Die kleinen Keilbeinflügel. Jedes Orbitosphenoid (Fig. 13 *2*, Fig. 12 *17*) stellt eine im wesentlichen horizontal ausgebreitete, kartenherzförmige oder dreiseitige Platte dar, deren längere Seiten in einer lateralwärts gerichteten Spitze zusammenstoßen, während die kürzere mediale Seite einen Ausschnitt besitzt unter dem der Eingang in den Canalis opticus (Foramen opticum) gelegen ist (Fig. 13 *4*, Fig. 12 *13*). Indem vom vorderen und hinteren Ende des Ausschnittes aus an der

unteren Fläche des Knochens je ein Fortsatz abwärts wächst und beide sich zur Bildung eines vertikal stehenden Knochenrings vereinigen, wird der kurze Canalis opticus schon sehr früh vollkommen von der Substanz des kleinen Keilbeinflügels unterhalb seines medialen Endes umschlossen, und verläuft an dessen unterer Fläche schräg lateral vorwärts (Fig. 12 *13*, Fig. 17 *8*). Die den unteren Umfang des Canalis opticus nunmehr umgrenzende Knochenspange verwächst entlang dem oberen Rande des Präsphenoids; an der cerebralen Seite ohne Spuren einer Abgrenzung zu hinterlassen, so daß nachher in der Ansicht von oben die kleinen Flügel mit einer hinteren und vorderen (breiten) Wurzel vom Körper zu entspringen scheinen. An

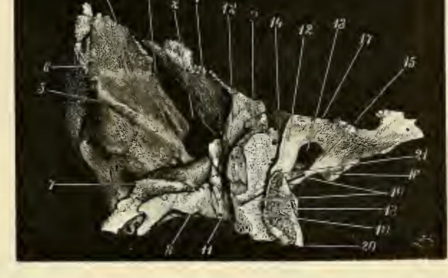


Fig. 12. Keilbein eines 1-jährigen Kindes von links, unten und vorn gesehen; linkes Alisphenoid und Pterygoid sind entfernt. *1* Orbitalfläche des Orbitosphenoids (Ala parva). *2* Fissura orbitalis superior. *3* Alisphenoid (Ala magna). *4* deren Facies orbitalis. *5* Crista infraorbitalis. *6* Crista zygomatica. *7* Laterale Platte des Processus pterygoideus. *8* mediale Platte des Proc. pterygoideus. *9* vorderer Rand des Präsphenoids (vorderer Keilbeinkörper). *10* Basisphenoid (hinter. Keilbeinkörper). *11* Stelle der Synchondrose der beiden Keilbeinkörper, dahinter und davor das Feld des hinteren und vorderen Keilbeinkörpers, an welches das knorpelige Nasenseptum sich anfügt. *12* Kante des kleinen Keilbeinflügels, die am medialen Rande vom Canalis opticus, *13*, neben dem Körper herabragt und mit diesem eine Furche, *14*, einschließt, deren Fortsetzung rückwärts medial vom Processus alaris (*28*) liegt. *15* sogen. hintere Wurzel des kleinen Keilbeinflügels. *16* Processus clinoideus anterior. *17* sogen. vordere Wurzel des kleinen Keilbeinflügels. *18* rauhe Fläche des Processus alaris, von der das linke Alisphenoid abgelöst ist. *19* Sonde im Canalis craniofaryngeus lateralis (Sternberg). *20* Lingula carotica. *21* vordere Spitze des Processus alaris, die vor *19* mit dem kleinen Flügel verwächst.

der unteren Seite des Keilbeins aber ragt die verwachsene Knochenspange als deutliche Kante vor (Fig. 12 *12*) und begrenzt mit der Seitenfläche des Körpers jederseits eine tiefe, sagittale Furche (Fig. 12 *14*), die zur Aufnahme eines Teiles der Conchae sphenoidalis dient (s. S. 143).

Die den unteren und zugleich medialen Umfang des Foramen opticum bildenden Teile der kleinen Flügel wachsen nachher über die obere Seite des Körpers hin, vorübergehend mit letzterer einen sagittalen Kanal einschließend (Fig. 13 *7*) und vereinigen sich in der Mitte. Die der Schädelhöhle zugekehrte Oberfläche der Verwachsung bildet den Boden einer zwischen den beiden Sehnervenlöchern gelegenen queren Furche, Sulcus chiasmatis sive opticus (Fig. 13 unter *8*, Fig. 15 *6*). Letztere erhält, nachdem die vor jedem Sehnervenloch gelegenen Knochenmassen ebenfalls zur Bildung einer breiten Flächenverbindung zwischen den am höchsten gelegenen Teilen der kleinen Flügel, dem Keilbeinjoch, Jugum sphenoidale (Fig. 13 *6*, Fig. 15 *4*), über und vor dem Körper verwachsen sind, eine scharfe vordere Abgrenzung

durch eine niedrige Kante, Limbus sphenoidalis (Fig. 13 *8*, Fig. 15 *9*), die in den Vorderrand des Foramen opticum übergeht. Der laterale hintere Rand des letzteren zieht sich medialrückwärts in einen stets stark ausgeprägten Fortsatz, Processus clinoideus anterior (Fig. 13 *5*, Fig. 15 *10*) aus für den Ansatz des Tentorium cerebelli.

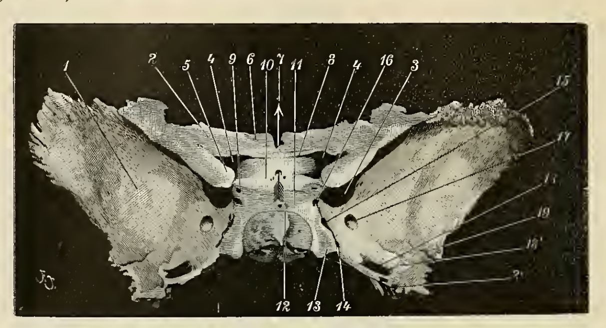


Fig. 13. Sphenoidale eines $1^1/_2$-jährigen Kindes von der cerebralen Seite und ein wenig von hinten gesehen. *1* Alisphenoid. *2* Orbitosphenoid. *3* Fissura orbitalis superior. *4* Canalis opticus. *5* Processus clinoideus posterior. *6* vordere Wurzel des kleinen Keilbeinflügels in breiter Flächenverbindung quer über die Medianlinie nach dem symmetrischen Teil der anderen Seite (Jugum sphenoidale) und hier das Präsphenoid (vorderen Keilbeinkörper) von der Schädelhöhle ausschließend. *7* ein Pfeil in dem später mit Knochensubstanz ausgefülltem sagittalen Kanal zwischen Jugum sphenoidale und Präsphenoid. *8* Limbus sphenoidalis von vorn den Sulcus opticus abgrenzend. *9* Loch in der sogen. hinteren Wurzel des kleinen Keilbeinflügels, ein Rest der Teilung derselben in die obere mit dem Präsphenoid und die untere mit dem Basisphenoid verbundene Abteilung derselben. *10* Tuberculum sellae (Verwachsungswulst beider Keilbeinkörper). *11* Fossa hypophyseos (Sella turcica). *12* Dorsum sellae (soweit knöchern). *13* Sulcus caroticus. *14* Lingula carotica. *15* Naht zwischen dem Processus alaris, der bereits mit dem Basisphenoid ohne Grenze verwachsen ist, und dem Alisphenoid. *16* Canalis craniofaryngeus lateralis (Sternberg). *17* Canalis rotundus. *18* Foramen ovale. *18'* Naht die stets vorübergehend hier auftritt. *19* Rest der ursprünglichen Trennung der vorderen und hinteren Anlage des Alisphenoids, zwischen denen normal bloß der Canalis rotundus (*17*) offen bleibt. *20* Foramen spinosum.

Die unter letzterem gelegene sog. hintere Wurzel des kleinen Flügels ist beim jugendlichen Knochen von einem vergänglichem Loch (Fig. 13 *9*) in zwei übereinander gelegene Arme geteilt. Der obere von beiden ist mit der oberen hinteren Seitenecke des Präsphenoids in Verbindung, unmittelbar vor der Verwachsungslinie von hinterem und vorderem Keilbeinkörper; der untere Arm verbindet sich mit der vorderen oberen Ecke des Seitenrandes des h i n t e r e n K e i l b e i n k ö r p e r s.

Die kleinen Keilbeinflügel bieten im einzelnen von den frühesten Entwickelungsstufen ab, sogar in ihrer knorpeligen Vorstufe (Hannover), große, individuell wechselnde Verschiedenheiten in Bezug auf Länge, Breite und Form. Zur Zeit des Knorpelstadiums sind sie relativ am größten und reichen mit der Spitze bis in die Seitenwand des Schädels (Sutton, Journ. of Anatomy and Physiology, V. 18, p. 219). Stets ist der hintere Rand der kleinen Keilbeinflügel glatt und mehr oder weniger ausgeschweift, zunächst dem Processus clinoideus dick, abgerundet, manch-

mal der Länge nach (für den Sinus sphenoparietalis) gefurcht; lateralwärts schärfer. Der Vorderrand wird in ganzer Länge auf Kosten der Unterseite zugeschärft (Fig. 17 7) und schiebt sich jederseits vom Präsphenoid über die Orbitalplatte des Stirnbeins; der vorn über dem Präsphenoid gelegene Rand des Jugum sphenoidale schiebt sich über das hintere Ende der oberen Seite des Siebbeins und ist meist in eine deutliche mediane Zacke vorwärts ausgezogen, Spina ethmoidalis (Fig. 17 *10*, Fig. 15 *5*). Die untere, der Fissura orbitalis superior zugekehrte Fläche der kleinen Flügel ist ebenso wie die cerebrale glatt. Ihre Spitze ist beim Erwachsenen manchmal mit dem oberen Rande der großen Flügel in Berührung, meist jedoch sind beide durch ein zwischen sie eingeschobenes Stück des Stirnbeins getrennt (Fig. 16 *8*).

Sphenoidale posterius.

Ein dem Sphenoidale posterius der Tiere entsprechend, aus Basisphenoid und Alisphenoid zusammengesetzter Knochenkomplex besteht normal beim Menschen zu keiner Zeit selbständig, da die Vereinigung des Basisphenoids mit dem Präsphenoid bereits im 7. Monat eintritt, die des Alisphenoids mit ersterem aber erst im letzten (9.) Fötalmonate beginnt.

Am Basisphenoid, dem hinteren Keilbeinkörper, ist

1) ein medianer Hauptteil in der vertebrofacialen Achse, dessen Beziehungen bereits im allgemeinen besprochen wurden,

2) zwei symmetrisch seitlich daran angewachsene Fortsätze, Processus alaris (Hannover) (Fig. 3 a *9*, Fig. 3 b *10*, Fig. 12 *18*) zu unterscheiden, die den ersteren mit dem Alisphenoid (und Pterygoid) zu verbinden bestimmt sind.

ad 1) Bezüglich des median gelegenen Hauptteiles wurde bereits ausgeführt, daß an seiner dem Occipitale und dem Schädelinnern zugewandten Seite die Breitendimensionen überwiegen gegenüber der vorderen und unteren Seite, wo er zum Anschluß an Präsphenoid und Nasenseptum zu einer kurzen, senkrechten Platte abwärts verschmälert und verlängert ist. Dementsprechend wird hier der Querschnitt einem ventralwärts verjüngten Keile ähnlich; während er zunächst dem Basioccipitale mehr platt-rundlich erscheint.



Fig. 14. Medianschnitt des Keilbeinkörpers eines 1-jährigen Kindes. *1* Basisphenoid (hinterer Keilbeinkörper). *2* Präsphenoid (vorderer Keilbeinkörper). *3* Knorpelfuge zwischen *1* und *2*. *4* Orbitosphenoid (Ala orbitalis) mit *5* Canalis opticus. *6* Stelle der Eminentia olivaris (Tubercul. sellae). *7* untere Fläche des Basisphenoids. *8* Fläche, die mit dem Hinterhauptbein durch Knorpelfuge verbunden ist. *9* hintere Fläche des Dorsum sellae. *10* oberer Rand des Dorsum sellae. *11* Fossa hypophyseos (Sella turcica).

Da fast die ganze Länge der lateralen Seiten des Basisphenoids jederseits durch den Ansatz des Processus alaris eingenommen ist, bleibt eine vordere, hintere, untere und obere Seite des Knochens zu betrachten übrig. Auf dem Medianschnitt (Fig. 14) verlaufen die drei

zuerst genannten Seiten geradlinig, nur die obere (cerebrale) in zickzackförmiger Linie, indem sie hinter einem Einschnitt (Fig. 14 *11*) zu einem Fortsatz (Fig. 14 *10*) sich erhebt.

Der Einschnitt entspricht einer sattelförmigen Aushöhlung, Hypophysengrube (Fossa hypophyseos (Fig. 13 *11*, Fig. 15 *13'*), der Fortsatz einer querstehenden, ins Schädelinnere vorragenden Knochenplatte, Dorsum sellae (Fig. 13 *12*, Fig. 15 *14*), an der cerebralen Oberfläche des Basisphenoids. Das Dorsum sellae (Sattellehne) wendet seine Vorderfläche der Hypophysengrube zu; die hintere, schräg rückwärts abschüssige bildet mit der cerebralen Oberfläche des Basioccipitale den Clivus (Blumenbachii) auf dem der Stammteil des Gehirns ruht (Fig. 55).

Beim Neugeborenen ist das Dorsum sellae noch ganz knorpelig, seine freien, oberen lateralen Ecken, Processus clinoidei posteriores (Fig. 55) durch schmale Knorpelspangen mit den Processus clinoidei anteriores verbunden (Lig. interclinoidea, Fig. 55). Seine Verknöcherung ist etwa gegen das 7. Lebensjahr vollendet und kann in Ausnahmefällen auch die Lig. interclinoidea mitbetreffen.

Die Breite des Dorsum sellae ist in seinem Ursprung gleich der Breite des Basisphenoids. Entlang der unteren Hälfte des lateralen

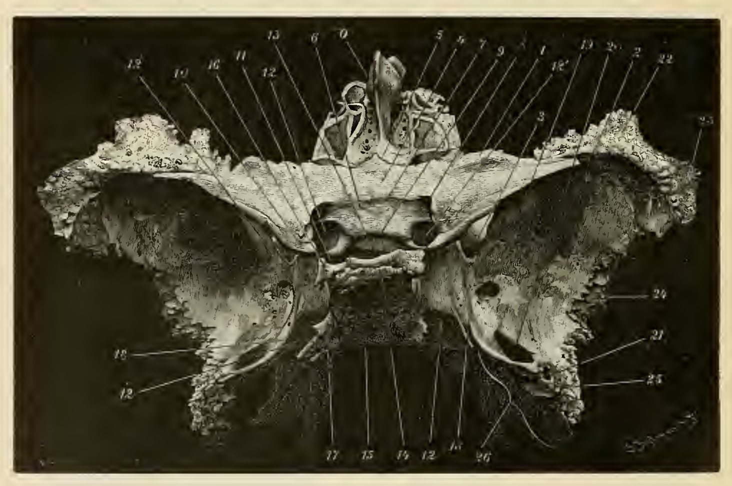


Fig. 15. Keilbein des Erwachsenen von oben (cerebrale Seite) gesehen mit ansitzendem Siebbein. *0* Siebbein (Crista galli). *1* Orbito-sphenoid. *2* Alisphenoid. *3* Fissura orbitalis superior. *4* Jugum sphenoidale. *5* Processus ethmoidalis. *6* Sulcus opticus. *7* Limbus sphenoidalis. *8* Canalis opticus. *9* Tuberculum sellae (Emin. olivaris). *10* Processus clinoideus anterior. *11* Proc. clinoid. medius. *12* Sulcus caroticus. *12'* Foramen clinoideo caroticum (durch Verwachsung der Proc. clin. ant. und med. entstanden). *13* Fossa hypophyseos. *14* Dorsum sellae. *15* Clivus. *16* Proc. clinoid. posterior. *17* Sulcus petrosus inferior. *18* Lingula carotica. *19* Foramen rotundum. *20* Foramen ovale. *21* Foramen spinosum. *22* Margo frontalis. *23* Margo parietalis. *24* Margo squamosus. *25* Angulus. *26* Margo petrosus.

Randes seiner hinteren Fläche liegt das vordere Ende des Semisulcus petrosus inferior und endet in halber Höhe des Dorsum sellae an einem Ausschnitt seines lateralen Randes (Fig. 16 *11*, Fig. 15 *17*), oberhalb dessen das Dorsum sellae erheblich schmäler ist. Die oberen Seitenecken dieses Stückes, Processus clinoidei posteriores (Fig. 15 *10*, Fig. 55), stehen dementsprechend näher beisammen. Beim Erwachsenen trägt jede derselben ein rückwärts gerichtetes, kleines Knochenhäkchen, welches oft isoliert bleibt und bei der Maceration verloren gehen kann (Fig. 15 *16*).

Die Hypophysengrube (Türkensattel, Sella turcica, Sattelgrube, Ephippium), im Grunde mit Gefäßlöchern versehen, reicht vorwärts bis zur Verwachsungslinie des vorderen und hinteren Keilbeinkörpers (Fig. 14 *6*) und demnach bis zu der Kante, in welcher die vordere und die obere Seite des hinteren Keilbeinkörpers zusammenstoßen. Nachdem diese Kante hauptsächlich mit dem hinteren oberen Rande des vorderen Keilbeinkörpers — ihre lateralen Enden speciell mit dem unteren Arm der sog. hinteren Wurzel der kleinen Keilbeinflügel — verwachsen ist, entwickelt sich hinter ihr resp. der Verwachsungslinie der Keilbeinkörper eine Wulstung, Sattelknopf, Tuberculum sellae [Eminentia olivaris] (Fig. 13 *10*, Fig. 15 *9*, Fig. 14 *6*). Sie ist nicht breiter als der obere Teil des Dorsum sellae, liegt zwischen den beiden Processus clinoidei antici, durch den Sulcus caroticus von ihnen getrennt und scheidet den Sulcus opticus (oder chiasmatis) von der Hypophysengrube. Sie kann jederseits in eine Zacke, Proc. clinoideus medius, ausgezogen sein, die mit der Unterseite des Proc. clinoideus anterior zur Bildung eines Loches, Foramen clinoideocaroticum (Fig. 55 links, Fig. 15 rechts), hin und wieder verwächst. Auch der Proc. clinoideus post. wird mit den P. c. med. und ant. zuweilen verwachsen getroffen.

Die vordere Fläche des Basisphenoids ist abwärts stark keilförmig verschmälert. Indem sich ihre Verwachsung mit der Hinterfläche des Präsphenoids lange Zeit auf die Randteile beschränkt, hält sich eine dreiseitige oder lanzettförmige Knorpelplatte im Innern zwischen beiden, die abwärts durch ein Loch des Knochens (Fig. 12 *11*, Fig. 14 *3*) mit dem Nasenscheidewandknorpel noch lange zusammenhängt (Fig. 54). Später sind die Vereinigungsgrenzen der beiden Körpersegmente auch an der unteren Seite vollkommen verstrichen, so daß die senkrechte Platte des vorderen Körpers ganz allmählich in die untere Seite des hinteren Körpers übergeht und sich wie ein kielförmiger, dicker Fortsatz des letzteren ausnimmt.

Als höchst seltene Hemmungsbildung persistiert im Grunde der Hypophysengrube ein das Basisphenoid perforierender Kanal, Canalis craniopharyngeus (Landzert, Romiti), der als offen gebliebene Durchtrittsstelle des Hypophysenganges betrachtet wird. Beim Kaninchen ist dieses Loch typisch.

Die beiden Seitenflächen des hinteren Keilbeinkörpers fallen von der Hypophysengrube aus ursprünglich steil ab, verwachsen aber schon sehr früh breit und ohne Grenze mit einem selbständig verknöchernden, lateralen Teil (Sphenoticum [Sutton]), der dann als ein seitlicher Fortsatz, Processus alaris (Hannover), des Körpers erscheint und das Verbindungsglied des Keilbeinkörpers mit den seitlich und unterhalb gelegenen Teilen des Keilbeins (Alisphenoid und Pterygoid) ist.

ad 2) Der Processus alaris. Der Fortsatz erscheint zuerst in Gestalt eines durch einen verjüngten Stiel mit der Mitte der Seitenfläche des Basisphenoids verbundenen, platt-elliptischen Knochenstückes, das medial vorabwärts und lateral rück-aufwärts spitzig ausgezogen ist, so daß sein lateraler, bogenförmiger Rand verhältnismäßig lang und mit der Medianlinie vorwärts konvergent wird (Fig. 3 b).

Die hintere Spitze wird später zu einem scharfen, in die Schädelhöhle vorspringenden Knochenplättchen, Lingula sphenoidalis sive carotica (Fig. 16 *17*, Fig. 15 *18*, Fig. 13 *14*), und ist die laterale Abgrenzung einer breiten Furche für die Carotis an der oberen Seite des Fortsatzes, Sulcus caroticus (Fig. 16 *16*, Fig. 15 *12*, Fig. 13 *13*), deren Fläche beim Erwachsenen unmerklich gegen die Fläche zur Seite der Hypophysengrube vorwärts ansteigt. Die konvexe, zunächst dick überknorpelte Seite des Processus alaris schaut lateral vorwärts. Sie verwächst mit dem Alisphenoid und ist auf die vordere Spitze des Processus alaris vorab- und medialwärts ausgezogen. Letztere verlängert sich in der Folge bis unter den Teil der kleinen Keilbeinflügel, der den medialen Umfang der unteren Oeffnung des Canalis opticus bildet und verwächst mit ihm (Fig. 12 *18*, *21*, Fig. 13 neben *16*). Die untere Seite des ganzen Processus alaris ist dabei durch eine tiefe Furche von der Unterseite des Keilbeinkörpers ebenso getrennt (Fig. 12), wie die Kante der kleinen Flügel, die am unteren Umfang des Canalis opticus neben der Platte des Präsphenoids herabragt (Fig. 12 *12*).

Das Ansatzgebiet des Processus alaris am Seitenrande der Basisphenoids dehnt sich später rückwärts bis zu dessen hinterem Ende und vorwärts bis dicht hinter die Stelle aus, wo der untere Arm der hinteren Wurzel des kleinen Keilbeinflügels dem hinteren Keilbeinkörper angewachsen ist. Diese Stelle erreicht er nicht ganz, sondern bleibt von ihr durch einen schmalen Streif freier Seitenfläche des hinteren Keilbeinkörpers getrennt (Fig. 17 *4*), der aber am ganzgelassenen Keilbeiu dem Anblick entzogen ist, weil die vordere Spitze des Processus alaris ihn zum Kanal überbrückt. Die Sonde in Fig. 12 *19* giebt seinen Verlauf an. Dieser Kanal obliteriert gegen das 6. Lebensjahr. Sternberg, der zuerst die Aufmerksamkeit auf ihn lenkte (ihn etwas abweichend von meiner Darstellung beschreibend) nennt ihn Canalis craniopharyngeus lateralis. Die untere Seite des Processus alaris trägt hinten eine seichte, sagittale Furche, welche seine Verwachsungsstellen mit dem Pterygoid und Alisphenoid trennt und mit den beiden letztern das hintere Ende des Canalis pterygoideus (Vidii) bildet (Fig. 16 *27* s. u.).

In manchen Fällen bleibt der Keilbeinkörper als ein aus spongiöser Substanz bestehender Knochen solide. Gewöhnlich wird er durch Resorption derselben hohl. Bezüglich dieser Veränderung s. S. 143.

Das Alisphenoid des Menschen ist zu zwei in rechtem Winkel ineinander übergehenden Knochenplatten ausgebreitet, von denen die eine Ala magna, großer Keilbeinflügel, im wesentlichen horizontal, ein Stück der Wand des Hirnschädels ist, während die andere, schmälere, senkrecht von der unteren Fläche der ersteren herabragt und die laterale Lamelle des Processus pterygoideus ist. Die Kante, in welcher beide zusammenstoßen, sowie die Spitze, in welche diese vorwärts zur medialen Abgrenzung der Fissura orbitalis superior ausgezogen ist, sind zusammen jederzeit ebenso lang als der laterale Rand des Processus alaris des hinteren Keilbeinkörpers, mit dem

sie im Laufe des ersten Lebensjahres in ganzer Länge verwächst (Fig. 13, rechts von 16, Fig. 12 *18*). Demnach verläuft die mediale Abgrenzung des Alisphenoids schräg medial vorwärts entlang dem lateralen Rande des Processus alaris. Eine Nahtspalte, nach dem 1. Lebensjahre (oft bis gegen das 13. hin) eine löcherige, feine Furche deutet die Verwachsungslinie an der cerebralen Fläche des Keilbeins an (Fig. 13 *15*) und zieht von der lateralen Seite der Lingula carotica schräg vor-auf- und medialwärts bis unter den Ursprung der hinteren Wurzel des kleinen Keilbeinflügels. Am hinteren Rand des Keilbeins biegt sie in senkrechter Richtung abwärts und endet an der hinteren Mündung eines sagittalen, wenig vor-abwärts geneigten Kanals, Canalis pterygoideus (s. Vidianus) (Fig. 16 *27*), der hier, wie bereits erwähnt, zwischen der Unterseite des Processus alaris, dem Verwachsungsrande des Alisphenoids mit diesem und der lateralen Seite des Pterygoidknochens eingeschlossen ist.

Das Pterygoid, die mediale Lamelle des Processus pterygoideus, ist ein selbständig angelegtes, länglich-viereckiges Knochenplättchen. Es verwächst in seiner Mitte schon in sehr früher Fötalzeit (4. Monat) mit dem Alisphenoid und zwar dem Vorderrande der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus, so daß dieser von jetzt ab in seinen wesentlichen Teilen fertiggestellt ist (Fig. 17 *12*, *12'*). Der obere Rand des Pterygoids ist medialwärts umgelegt, überbrückt von unten den Canalis Vidianus und erreicht an der medialen Seite desselben hinten den Processus alaris, vorn jedoch den medialen, hier abwärts umgebogenen Rand des Alisphenoids, mit denen er im Laufe des 1. Lebensjahres verwächst. Ein kleines Stück desselben schiebt sich medianwärts über die Verwachsungslinie hinaus unter dem Keilbeinkörper hin, von diesem durch eine schmale, sagittale Spalte (Canalis vomerobasilaris) getrennt vor, Processus vaginalis (Fig. 10 *12'*) und endet hier freirandig gegenüber dem Rande ihm entgegengebogener Knochenplatten des Vomer.

Der große Keilbeinflügel, Ala magna s. temporalis, verbreitert sich lateral von seinem Verwachsungsrande mit dem Körper durch Divergenz seiner hinteren und vorderen, aufwärts umgeklappten Ränder zu etwa dreiseitigen, lateral vorwärts verlängerten Knochenplatten mit konkaver oberer und geknickter unterer Fläche.

Unter den drei Rändern des großen Flügels ist der hintere der kürzeste. Sein mediales Drittel verwächst mit dem Processus alaris des Keilbeinkörpers. Sein mittlerer Abschnitt ist mit keinem Knochen direkt verbunden, läuft dem vorderen Rande der Schläfebeinpyramide parallel. Er wird durch eine steil gestellte glatte Knochenplatte gebildet, die aus der Fläche des Keilbeinflügels lateral von oder im Anschluß an die Lingula carotica hervortritt wie eine Kante, des weiteren (Fig. 15 *18*) mit ihrer Vorderfläche das Foramen ovale von hinten her umfaßt, während ihre Hinterfläche rückabwärts schauend der Unterseite der Schädelbasis angehört (Fig. 16 *25*, *26*). Diese hintere Randfläche begrenzt die Fissura sphenopetrosa von vorn und ist durch eine schräg medial abwärts ziehende, unter dem Canalis pterygoideus (*27*) durch in den Hinterrand der medialen Lamelle des Proc. pterygoideus einbiegende Leiste in zwei sehr seichte Furchen zerlegt. Die obere vertieft sich medialwärts bis zu dem hinteren Eingang in den Canalis pterygoideus (Vidianus); die untere, zugleich breitere und flachere, lehnt sich an den knorpeligen Tubenkanal und findet medialwärts

ihre vertiefte Fortsetzung als eine kahnförmige Grube auf dem Hinterrande der medialen Lamelle des Proc. pterygoideus, Tubenfurche, Sulcus tubae auditivae (Fig. 16 *29*; s. S. 140).

Das laterale Drittel des hinteren Randes ist zur Verbindung mit der medialsten freien Ecke der Pars tympanica des Schläfebeins rauh und eingesunken (Fig. 16 *23*) und stößt mit dem lateralen Rande des großen Flügels in einer spitzen Ecke, Angulus (Fig. 16 *21*), zusammen, die gewöhnlich durch senkrechte Einschnitte zerklüftet, sich mit dem medialen Ende des Processus inferior tegminis tympani verbindet und meistens in eine senkrecht gestellte, abwärts ragende Zacke (Spina angularis, Fig. 16 *22*) verlängert ist.

Medial vom Ursprung des letzteren ist der große Flügel von einem kleinen (1 mm breiten) Loch, Foramen spinosum (Fig. 15 *21*, Fig. 13 *20*) (für die A. mening. media und einen Nerven der Hirnhaut) durchbrochen; medial von ihm, vor der senkrecht stehenden Platte des Hinterrandes und hinter der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus findet sich das Foramen ovale (Fig. 15 *20*, Fig. 13 *18*) für den Durchtritt des 3. Astes des 5. Gehirnnerven, etwa 1 cm davor, durch eine nur schmale Knochenbrücke von dem unteren Ende der Fissura orbitalis superior getrennt, der Eingang in den kurzen vorwärts gerichteten Canalis rotundus (Fig. 15 *19*, Fig. 16 *37*) für den 2. Ast des 5. Gehirnnerven; dessen vorderes Ende s. Fig. 11 *17*.

Der Vorderrand zerfällt in zwei Abteilungen. Von diesen ist die mediale glatt und frei und begrenzt von unten her die Fissura orbitalis superior; die laterale zu einer rauhen Fläche gestaltet für die Verbindung mit dem Stirnbein und dem Scheitelbein. Der glattkantige Teil des Vorderrandes, der die untere Einfassung der Fissura orbitalis superior bildet, wird von einer senkrecht aufwärts gestellten Partie der letzteren getragen. Er verläuft im allgemeinen ziemlich genau in einer Ebene, lateral vor und aufwärts, in seiner Mitte durch einen stumpfen Winkel in e i n e n m e d i a l e n, steiler ansteigenden und e i n e n l a t e r a l e n, mehr horizontal liegenden Schenkel gebrochen. Beide Enden dieses Randstücks sind in hakenförmig zurückgebogene, vorwärts gerichtete Knochenzacken verlängert, welche das mediale und laterale Ende der Fissura orbitalis superior abschließen. Das mediale Endstück des Randes wird dabei sehr stumpfkantig. Die Zacke, auf welcher dasselbe ausläuft, verwächst mit der vorderen Spitze des Processus alaris und begrenzt mit ihr zusammen den weiteren, unterhalb der hinteren Umfassung des Foramen opticum gelegenen Teil der Fissura orbitalis superior (Fig. 13 zwischen *3* u. *15*).

Der laterale Schenkel des Randes läuft unter dem kleinen Keilbeinflügel, 1 bis 2 mm von dessen Unterseite entfernt und schließt mit letzterer eine mehr horizontal verlaufende, schmälere Abteilung der Fissura orbit. sup. ein. Die Zacke, auf welche das laterale Ende dieses Randes zurückbiegt, reicht meist bis dicht unter den kleinen Flügel hinauf.

Auf der dem letzteren zugewandten oberen Seite der Zacke beginnt der laterale für die Anlagerung des Stirnbeins rauhe Randstreif, Margo frontalis (Fig. 15 *22*), der mit der cerebralen Fläche des großen Flügels in konkaver, mit seiner äußeren Fläche in einer am oberen Ende des Margo zygomaticus im Winkel gebrochenen Linie zusammentrifft. Die lateralste obere Ecke des großen Flügels, Angulus parietalis (Fig. 16 *19*) trägt ein auf Kosten der cerebralen Seite zu-

geschärftes, medial rückwärts gewandtes kleines, fast senkrecht stehendes Feld (Fig. 16 *19*, Fig. 15 *23*), dessen Rand mit dem lateralen Rande des Knochens scharfkantig zur Verbindung mit dem Scheitelbein zusammentrifft.

Der laterale Rand (Margo squamosus, A. G.) ist konkav ausgeschnitten (Fig. 15 *24*), und in ganzer Ausdehnung zur Verbindung mit dem Schuppenteil des Schläfebeins, rauh. Derselbe zerfällt dabei in einen horizontal verlaufenden hinteren (unteren), auf Kosten der cerebralen Fläche zugeschärften und einen fast senkrecht gestellten, rückwärts gerichteten, vorderen (oberen) Teil, der auf Kosten der Außenfläche zugeschärft in der Seitenwand des Schädels verläuft. Ersterer gehört zum Bezirk des vorderen, letzterer zu dem des hinteren Verknöcherungscentrums (Apophyse pterygoide) des Alisphenoids (Fig. 13 *19*, s. S. 142).

Die cerebrale Oberfläche der großen Flügel ist im allgemeinen glatt, mit Hirneindrücken versehen und oft mit Pacchionischen Grübchen besetzt. In einer vom lateralen Rande ausgehenden, gegen die Spitze der kleinen Flügel hinziehenden Furche verläuft ein Ast der Art. mening. media.

Auf der Außenfläche des großen Keilbeinflügels verlaufen zwei Kantenzüge. Jeder derselben zerfällt durch eine rechtwinklige Knickung in zwei Schenkel, je einen horizontalen und einen vertikalen. Alle vier Schenkel zusammen bilden, da die Knickungswinkel beider Kantenzüge ihre Spitzen gerade gegeneinander kehren, eine kreuzförmige Figur, durch welche die Außenfläche des großen Flügels in vier Felder zerlegt wird. Von letzteren liegt die sehr ebene Facies orbitalis (Fig. 11 *23*) am intakten Schädel an der lateralen Wand der Augenhöhle, die Facies temporalis (Fig. 11 *25*) in der Schläfenfläche, die Facies infratemporalis (Fig. 11 *20*) an der Unterseite der Schädelbasis frei vor, die Facies sphenomaxillaris (Fig. 11 *18*) hinter dem Oberkiefer verborgen. — Die Kante, welche die Facies orbitalis und temporalis trennt, ist stark vorspringend und rauh für die Nahtverbindung mit dem Jochbein, Margo zygomaticus (Fig. 11 *24*). Ihr unteres Ende stößt meist in einer hohen Zacke (Fig. 11 *26*) mit dem glatten horizontalen Kantenschenkel, Crista infraorbitalis (Fig. 11 *22*) zusammen, der die Fissura orbitalis inferior von oben her begrenzt. Unterhalb desselben liegt die der Orbitalfläche parallele, aber gegen sie rückwärts verschobene Facies sphenomaxillaris (Fig. 11 *18*). Sie wird von der Facies infratemporalis durch die Crista sphenomaxillaris (Fig. 11 *19*) getrennt, die am intakten Schädel als Hinterrand der Fossa sphenomaxillaris erscheint, und in wechselnd deutlichem Höcker (Tuberculum spinosum) rechtwinklig mit einer höckerigen Linie, Crista infratemporalis (Fig. 11 *21*), zusammen stößt. Letztere, an der Grenze zwischen Schädeldecke und Schädelbasis verlaufend, trennt die Facies temporalis von der Facies infratemporalis (Fig. 11 *25*, *20*). Zwischen den Knickungswinkeln der Kantenzüge liegt öfters noch eine Höckerreihe, entlang welcher die einander gegenüberliegenden Winkel der Facies temporalis und Sphenomaxillaris abgestumpft sind. Die Facies sphenomaxillaris erstreckt sich abwärts auf die Vorderseite der lateralen Platte des Flügelfortsatzes, aufwärts bis unter die mediale Abteilung der Fissura orbitalis superior und enthält unterhalb dieser die vordere Oeffnung des Canalis rotundus (Fig. 11 *17*).

Varianten: Der hintere Rand der Ala magna kann unterbrochen sein, so daß dem Foramen ovale und dem Foramen spinosum der hintere Abschluß fehlt. Dies ist als eine Hemmungsbildung anzusehen, da in früher Periode beide Löcher konstant rückwärtsoffene Einschnitte des Hinterrandes darstellen.

Vom Foramen ovale kann die medialste Ecke durch eine schmale Knochenspange abgetrennt sein. Ein größeres Loch, 4—6 mm medial vom Foramen ovale, lateral dicht neben der Lingula carotica, welches hinter der Wurzel der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus außen mündet (Foramen Vesalii), dient einer Vene zum Durchtritt. Ich sah von seiner cerebralen Oeffnung aus eine tiefe Furche parallel dem Sulcus caroticus nach der Fissura orbitalis superior hinziehen. — Ein feines Kanälchen, medial vor- und abwärts gerichtet, für den N. petros. superf. minor durchsetzt die Basis der Spina angularis (ARNOLD's Canaliculus innominatus); gewöhnlich zieht der Nerv durch die Fissura sphenopetrosa.

Zwischen dem Sulcus tubae und der unteren Oeffnung des Foramen ovale finden sich die inkonstanten Foramina pterygoidea, deren eines in den Canalis Vidianus, deren anderes zwischen Lingula carotica und Foramen rotundum mündet.

Das Auftreten eines überzähligen Foramen rotundum von 1—3 mm Weite oberhalb des normalen beobachtete GRUBER (VIRCHOW's Archiv, Bd. 63, S. 533).

Ein inkonstantes Loch, ausgehend vom Sulcus art. mening. med. lateral abwärts vom lateralen Ende der Fissura orbit. sup. läßt zuweilen die Art. lacrymalis, wenn sie aus der Art. mening. med. kommt, zur Augenhöhle durchtreten.

Ein hinten nahe dem Rande der Orbitalfläche des großen Keilbeinflügels, lateral von dem senkrechten Schenkel der Fissura orbit. super. häufig vorhandenes Zäckchen, Spina musculi recti, entsprechend einer Ansatzstelle des lateralen Augenmuskels wird neuerdings von MERKEL (Topogr. Anatomie, I, S. 230) nachdrücklich hervorgehoben (s. Augenhöhle).

Die Zusammensetzung des Processus pterygoideus wurde bereits erörtert.

Die laterale Lamelle des Processus pterygoideus entspringt an der unteren Seite des großen Keilbeinflügels zwischen den Oeffnungen des Canalis rotundus und des Foramen ovale. Mit ihr ist beim erwachsenen Knochen die mediale Lamelle entlang den oberen zwei Dritteln des Vorderrandes verwachsen, nur von ihrer Wurzel durch den Canalis Vidianus getrennt, medialwärts von diesem aber hinten mit dem Processus alaris des Keilbeinkörpers, vorn mit dem Verwachsungsrand der großen Flügel ohne Grenze verschmolzen. Die lateralen Lamellen sind in lateral rückwärts divergenten Ebenen ausgebreitet, etwa parallel dem Hinterrande des großen Flügels; die medialen Lamellen stehen sagittal. Beide zusammen schließen eine rückwärts offene Furche ein, Fossa pterygoidea (Fig. 16 *33*), deren vordere Wand im Bereiche eines zwischen beide Lamellen von unten her eindringenden Einschnittes, Incisura pterygoidea (Fig. 16 *34*, Fig. 11 *14*), vom Gaumenbein (siehe unten) ergänzt wird.

Der größte Teil der Fossa pterygoidea wird durch den Musc.

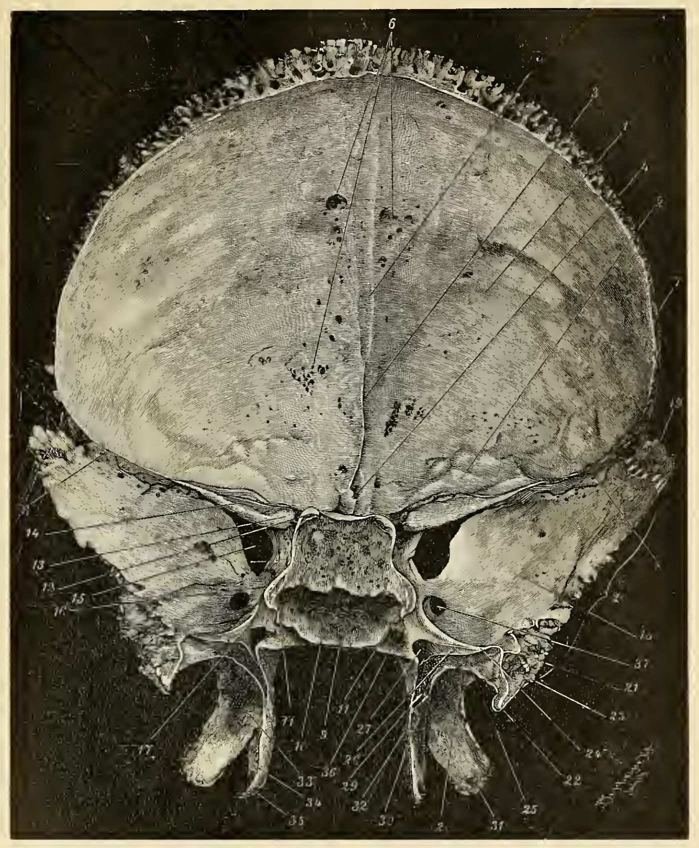


Fig. 16. Stirnbein und Keilbein des Erwachsenen in natürlicher Verbindung von hinten gesehen. Vom Stirnbein ist die ganze cerebrale Fläche übersehbar. *1* konkave Fläche der Pars perpendicularis. *2* Fläche der Pars orbitalis (aufwärts konvex). Beide mit Abdrücken von Hirnwindungen. *3* Crista frontalis. *4* Foramen coecum. *5* Sulcus sagittalis. *6* Pacchioni'sche Grübchen. *7* Margo parietalis (coronalis). *8* kleines, glattkantiges, lateralstes Stück des Hinterrandes der Pars orbitalis, welche an die laterale Ecke der kleinen Keilbeinflügel angefügt, den hinteren Rand der letzteren bis zum Os parietale ergänzt. Vom Keilbein ist sichtbar *9* Verbindungsfläche des Keilbeinkörpers mit dem Hinterhauptbein. *10* hintere Fläche des Dorsum sella (clivus). *11* Sulcus petrosus inferior. *12* Processus clinoideus posterior. *13* Processus clinoideus anterior. *14* Hintere Kante der Ala orbitalis. *15* Fissura orbitalis superior. *16* Sulcus caroticus. *17* Lingula carotica. *18* cerebrale Fläche der Ala temporalis. *19* Margo parietalis derselben; *20* Margo squamosus (temporalis). *21* Angulus sphenoidalis. *22* Spina angularis. *23* Margo

tympanicus. *24* Margo petrosus, eine aufwärts gerichtete glatte Kante, die bis in die Nähe der Lingula carotica reicht. Die hinter ihr abfallende glatte Fläche ist durch eine zarte Längskante, *25*, in zwei Felder geteilt. Das obere *26*, trägt eine Furche, die zum Canalis vidianus *27*, führt. Das untere Feld, *28*, dient der knorpeligen Tube zur Anlagerung und biegt in eine abwärts gerichtete kurze Furche *29*, Sulcus tubarius (Fossa scaphoidea) ein, die von der hinteren Kante der medialen Lamelle des Processus pterygoideus getragen wird; sie endet oberhalb eines Fortsatzes der letzteren, *30*, Processus tubarius. *31* laterale Lamelle des Proc. pterygoideus. *32* mediale Lamelle desselben. *33* Fossa pterygoidea. *34* Incisura pterygoidea. *35* Hamulus pterygoideus. *36* Processus vaginalis (vomerinus) der medialen Platte des Proc. pterygoideus. *37* Canalis rotundus.

pterygoideus internus ausgefüllt. Nur zunächst dem oberen Ende derselben findet sich meist auf einer kleinen Erhabenheit eine ovale (kahnförmig begrenzte) Grube, Fossa scaphoidea (Sulcus tubae auditivae) (Fig. 16 *29*). Letztere ist das mediale Endstück einer an der Basis des ganzgelassenen Schädels hinter dem großen Keilbeinflügel gebildeten längeren Furche, welche unter dem hinteren Eingang in den Canalis Vidianus her schräg abwärts an der lateralen Seite der medialen Lamelle des Processus pterygoideus herabzieht und an einem konkaven Ausschnitt in halber Höhe von dessen hinterem Rande endigt. Ein unterhalb dieses Ausschnittes oft vorragender Stachel heißt Processus tubarius (Fig. 16 *30*).

Die mediale Lamelle ist bei jugendlichen Keilbeinen kürzer, bei erwachsenen länger, stets schmäler als die laterale.

Ihr unteres Ende wird plötzlich eine schmale, lateral rückwärts wie ein Häkchen gegen die Spina angularis gekrümmte Knochenspange, Hamulus pterygoideus (Fig. 16 *35*, Fig. 11 *16*) und durch eine Furche gegen den an der Bildung der Fossa pterygoidea beteiligten, plattenförmigen Teil abgesetzt, Sulcus hamuli (Fig. 11 *15*), welche der Sehne des Musc. tensorveli palatini als Rolle dient.

Die durch die Incisura pterygoidea getrennten Vorderränder beider Lamellen sind säbelförmig rückwärts gekrümmt und zur Verbindung mit dem Processus pyramidalis des Gaumenbeins rauh. Der aufwärts hiervon durch Verwachsung beider Lamellen gebildete einfache Vorderrand, der unterhalb der vorderen Oeffnung des Canalis Vidianus (Fig. 11 *10*) endet, bildet eine glatte, mit der Superficies sphenomaxillaris zusammenhängende Fläche und ist von einer senkrechten Furche lateralwärts durchzogen, Sulcus pterygopalatinus (Fig. 11 *11*) (die den gleichnamigen Canalis einleitet). Der lateral hiervon gelegene Teil der Fläche stößt an die Crista sphenomaxillaris (Fig. 11 *19*) an, welche wie ein Strebepfeiler von der Seite her den Processus pterygoideus verstärkt. Beide Platten desselben werden gegen den hinteren Rand zunehmend dünn, zuweilen im höheren Alter defekt. Die Länge der Processus pterygoidei wächst proportional der Höhe des Oberkiefergerüsts des Gesichtsschädels, ist am kindlichen Schädel daher gering. Während ihre Längsaxe beim Erwachsenen fast senkrecht steht, ist sie beim prognathen kindlichen Schädel stark schräg vorwärts und nur wenig abwärts gerichtet.

Der hintere Rand der lateralen Lamelle endet unten mit einer spitzen Ecke und ist entweder glatt, einfach konkav ausgeschnitten oder in Zacken ausgezogen. Durch Verknöcherung einer von diesem Rande aus konstant zum Hinterrande der Ala magna und der Spina angularis hinziehenden Bandplatte, Lig. pterygospinosum (Civinini), kann die laterale Lamelle bis hierher hinter dem Foramen ovale her verbreitert werden.

Sie ist dann von einem oder mehreren Löchern durchbohrt, deren oberstes den Nerven und Gefäßen des Musculus pterygoideus internus den Durchtritt zur Fossa pterygoidea gestattet (v. Brunn).

Auch auf der verschieden weit vorgeschrittenen Verknöcherung eines Bandstranges beruht die mehr oder weniger vollkommene Ausbildung einer unter dem vorderen Umfange des Foramen ovale her von der lateralen Seite der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus zur Superficies infratemporalis verlaufenden Knochenspange, welche eine vom Vorderrande des Foramen ovale vorwärts ziehende, oft undeutliche Furche zu einem Loch, Porus crotaphiticobuccinatorius (Hyrtl) überbrückt, durch welchen die vordere Abteilung der motorischen Aeste des 3. Trigeminusastes lateral vorwärts verlaufen.

Diese Bandverknöcherungen sind bei manchen Affen typisch und werden beim Menschen als Tierähnlichkeiten (v. Brunn, Grosse) und Eigentümlichkeiten niederer Menschenrassen (Roth) angesehen.

Verknöcherungspunkte des Keilbeinkomplexes.
(Siehe auch Fig. 57 und 77.)

Alle Komponenten des Keilbeinkomplexes sind knorpelig vorgebildet. Die knorpelige Vorstufe desselben ist einigermaßen schon der typischen Form des ausgebildeten Knochens ähnlich. In Kürze zusammengefaßt, bilden sich vom Ende der 8. Fötalwoche an in der Reihenfolge der folgenden Aufzählung, zur Einleitung der Verknöcherung, Knorpelverkalkungen:

1) im Alisphenoid jederseits eine, zwischen Foramen rotundum und ovale, die von da sich vorwärts, rückwärts und in die laterale Lamelle des Proc. pterygoideus abwärts ausbreitet;

2) im Basisphenoid im Boden der Sella turcica an zwei symmetrisch geordneten Punkten und lateral von diesen jederseits eine weitere im knorpeligen Processus alaris (Lingula und Sulcus caroticus);

3) in der medialen Lamelle des Processus pterygoideus.

Im Laufe des 3. Monats verschmelzen die Kerne des Basisphenoids miteinander und mit diesen jederseits die Knochenkerne des Processus alaris, so daß dann der hintere Keilbeinkörper einheitlich ist. Auch treten jetzt die Knochenkerne des Orbitosphenoids und des Präsphenoids auf. Diese beginnen jederseits untereinander schon im Laufe des 6. Monats zu verwachsen; gleichzeitig verwächst die mediale Lamelle des Proc. pterygoideus mit der lateralen. Im 7. Monat verwachsen Präsphenoid und Basisphenoid; in der Zeit vom Ende des 8. Monats bis nach der Geburt verwachsen sehr allmählich die Knochencentren des Alisphenoids mit dem Basisphenoid (Sutton, On the development of the human sphenoid bone, Proceedings of the Zoological Society of London 1885, p. 577 ff.). Im einzelnen lauten die Angaben verschiedener Autoren über das Verhalten der Knochenpunkte voneinander abweichend.

Die ausführlichsten Angaben macht Hannover (a. a. O.), dessen Abhandlung ich folgendes entnehme:

Die symmetrischen Knochenkerne des Basisphenoids in der Sella turcica verlängern sich zu kleinen Kalksäulchen im Knorpel abwärts bis zur Unterseite der Basis ($3^1/_2$ Monat); dann verbinden sich ihre oberen und ihre unteren Enden, so daß ein Rahmen und durch dessen Ausfüllung mit Knochenmasse eine rechteckige Platte ent-

steht, an der die Dura mater fest anhaftet. Am unteren Ende dieser Platte, etwas rückwärts gerichtet, sitzt der Processus alaris fest (von $4^1/_2$ Monat ab). Vor dieser Platte geht der Knorpel kontinuierlich vom Tuberculum sellae bis zum Nasenknorpel abwärts durch (Fig. 77 *6*).

Im Präsphenoid treten 2 hintere, unter der Dura mater gelegene, im $6^1/_2$ Monat durch eine rückwärts konvexe Spange vereinigte Knochencentren auf, vor diesen entsteht jederseits ein weiterer, größerer, nach der Tiefe durchgehender und dann an der unteren Seite des Keilbeins sichtbar werdender Knochenpunkt. Dieser verwächst mit den kleinen Flügeln und dem symmetrischen Knochenpunkt der anderen Seite im $7^1/_2$—8. Monat (Fig. 57 *6*).

Die Alae parvae (Orbitosphenoid) schieben sich mit unregelmäßigen Knorpelzacken über das Stirnbein und Siebbein hin. Abgesprengte Teile derselben geben Anlaß zur Bildung isolierter, kleiner Knochenplättchen; hierher sind zu rechnen die Alae minimae (Luschka, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 8, S. 123, Taf. 3). Die Spitze der kleinen Flügel reicht bis in die nicht mehr knorpelig präformierte Seitenwand des Schädels, von der sie sich erst später zurückzieht und wird hier wahrscheinlich wie ein Deckknochen gebildet. Die erste Knorpelverkalkung tritt auf am Proc. clinoid. anticus ($3^1/_2$ Monat) und bildet hier bald einen festen Anheftungspunkt für die Hirnhäute. Sie umgiebt, manchmal zusammen mit einem nicht immer isoliert auftretenden zweiten Verkalkungspunkte, entsprechend dem Vorderumfange des Canalis opticus, hufeisenförmig den letzteren. Von diesen Anfängen aus verknöchert dann sehr langsam der übrige Teil des Orbitosphenoids.

Von der Ala magna (Alisphenoid) werden wahrscheinlich auch die obersten Teile des Randes zwischen Frontale, Parietale und Squama als Deckknochen ausgebildet. Die erste Knorpelverkalkung findet sich halbringförmig, die laterale Seite des Processus alaris umgreifend, zwischen den Durchtrittslöchern des N. Trigeminus (For. ovale und Canalis rotundus). Die Verknöcherung breitet sich von hier lateralwärts bis zur Spitze der kleinen Flügel (im 4. Monat) aus, rückwärts bildet sie die vordere knöcherne Umrandung des Foramen ovale und spinosum, deren vollständige Umfassung erst nach dem 8. Monat sich vollzieht; abwärts geht sie in die laterale Lamelle des Processus pterygoideus über, einwärts leitet sie nach dem 8. Monat die Verwachsung des Alisphenoids mit dem Processus alaris ein. — Im lateralen Rande der knöchernen Ala magna findet sich anfangs ein tiefer Einschnitt, der erst nach der Geburt verschwindet (Fig. 13 *19*, Fig. 55). Bezüglich seiner Bedeutung ist die Angabe von Rambaud und Renault anzuführen (l. c. p. 108), daß der als Alisphenoid hier aufgeführte Teil aus zwei Stücken zusammengesetzt sei, in deren Trennungslinie der Canalis rotundus durchgeht, einem vorderen Stück (Écaille) und einem hinteren Stück (Apophyse ptérygoide). Sie verwachsen im 3. Fötalmonat in der Umgegend des Canalis rotundus, während ihre lateralen Abteilungen lange durch die genannte Spalte getrennt bleiben. Die „Apophyse pterygoide" umfaßt demnach außer der lateralen Platte des flügelförmigen Fortsatzes auch die hinteren Partien des großen Keilbeinflügels und trennt das Foramen ovale vom Canalis rotundus.

Durch eine feine Spalte findet sich regelmäßig zu gewissen Zeiten der vordere Rand des Foramen ovale von den davor ge-

legenen Theilen der cerebralen Fläche des Keilbeinflügels abgetrennt (Fig. 13 *18'*).

Die mediale Lamelle des Processus pterygoideus ist nach Hannover in ganzer Länge knorpelig angelegt und besitzt eigene Verknöcherungscentren, ein oberes und ein unteres (für den Hamulus pterygoideus, Fig. 77 *19*, *10*). Nach Anschauung anderer Autoren dagegen entsteht sie als Deckknochen (Kölliker, Entwickelungsgeschichte, Hertwig u. a.). Da ich Knorpel in ihrer Anlage vorfand, dürfte die Angabe Hannover's richtig sein. Wahrscheinlich wird die knorpelig präformirte Knochenplatte später wieder resorbiert und durch Deckknochen ersetzt. Beide Lamellen des Flügelfortsatzes verwachsen mit der Mitte ihrer Vorderränder im 7. Monat.

Die Keilbeinmuscheln und die Entstehung der Keilbeinhöhlen.

Der jugendliche Keilbeinkörper besteht nach Zugrundegehen des Knorpels ganz aus spongiöser Knochensubstanz, die nur an den freien Oberflächen durch eine dünne, kompaktere Lamelle abgeschlossen ist. Die abwärts vom Ansatz der kleinen und des Vorderrandes der großen Flügel gelegene Partie desselben hat dabei (s. S. 129) die Gestalt einer senkrechten Knochenplatte, mit unterem horizontalem und vorderem senkrecht gestelltem Rande, die im rechten Winkel zusammentreffen. Indem durch starke Entwickelung von Spongiosaräumen der obere Teil der Platte sich aufbläht, die freien Ränder aber gleichzeitig sich zuschärfen, wird der Körper, vorwärts und abwärts allmählich zunehmend, scharf keilförmig verjüngt; der Winkel, in dem die Ränder zusammenstoßen, wird zu einer Spitze, Rostrum sphenoidale (Fig. 17 *2*), der vordere Rand eine Kante, Crista sphenoidalis (Fig. 17 *1*).

Lateral von diesen, in der Medianlinie mit dem Nasenseptum in einer Flucht liegenden Teile, ragen die den medialen (unteren) Umfang des Canalis opticus bildenden, mit dem Körper verwachsenen Teile der kleinen Flügel mit sagittal gerichteten Parallelkanten vor und schließen mit den nach der Mittellinie zu gelegenen Teilen des Präsphenoids jederseits eine Furche ein (Fig. 12 *14*), die rückwärts zwischen Processus alaris und Basisphenoid sich fortsetzt, hier aber durch den sog. Processus vaginalis des Pterygoids halbwegs zu einem fast geschlossenen Kanal überbrückt wird (Fig. 17 oberhalb *12'*).

Die im Gebiet des Sphenoidale anterius gelegene vordere Hälfte der Furche dient zur Aufnahme der Keilbeinmuscheln, Conchae sphenoidales (Ossic. Bertini, Cornua sphenoid; franz.: Cornets sphénoidaux; engl.: Sphenoidal tubinate (spongy) bones; ital.: Cornetto sphenoidale), (Fig. 17 *14—17*).

Diese sind symmetrische, zur Zeit ihrer typischen Vollendung am ehesten noch der Form einer vorn nicht ganz geschlossenen Papierdüte oder dreiseitigen hohlen Pyramide ähnlich gestaltete Knochenplättchen, welche eine hintere Ausbuchtung der Nasenhöhle umschließen. Sie entstehen daher auch als Teile der knorpeligen Nasenkapsel und werden nach deren Ersatz durch Knochenteile auch mit dieser in freilich oft sehr gebrechlicher Verbindung getroffen. Eine Beziehung zu den Umgestaltungen des Keilbeinkörpers gewinnen sie erst, wenn sie mit ihren ihm anliegenden Flächen verwachsen, was im 8.—12. Jahre

10*

einzutreten pflegt. Dabei verschmelzen die den Flächen der Furchen an der unteren Seite des vorderen Keilbeines anliegenden Seiten der Keilbeinmuscheln völlig mit diesen, so daß bloß noch die untere und vordere Partie jeder Keilbeinmuschel (als Belegknochen entstanden, s. unten) als untere resp. vordere Wand der von ihr umschlossenen, hintersten Ausbuchtung der Nasenhöhlen selbständig bleibt (Fig. 18 *18*).

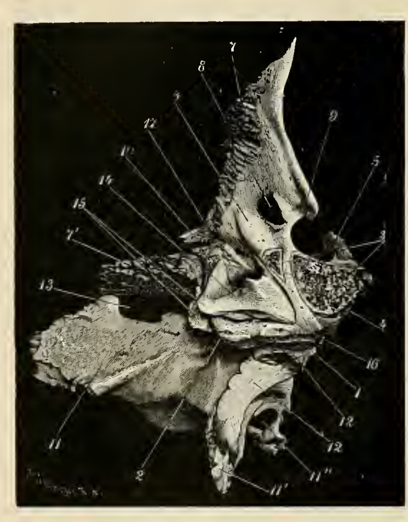


Fig. 17. Sphenoidale eines etwa 7-jährigen Kindes nach Fortnahme der Ala magna und des Processus alaris, von links, unten und vorn gesehen. Die Conchae sphenoidales in situ. *1* Untere Kante des Keilbeinkörpers. *2* Rostrum sphenoidale. *3* Stellen wo der Processus alaris mit dem Körper d. K. verwachsen war und abgesprengt wurde. *4* Stelle des Canalis craniopharnygeus lateralis (STERNBERG). *5* Dorsum sellae turcicae. *6* Ala parva (Orbitosphenoid). Orbitalfläche desselben. *7* Rand des kleinen Flügels, der sich mit dem Stirnbein verbindet; *7'* der entsprechende Teil der rechten Seite. *8* Canalis opticus. *9* Processus clinoideus anticus. *10* Processus ethmoideus (vorn vom Jugum sphenoidale). Alisphenoid (Ala magna); *11'*, laterale Lamella des Processus pterygoideus. *11''* Foramen ovale. *12* mediale Lamella des Processus pterygoideus (Pterygoidknochen); *12'* Processus vaginalis (Vomerinus). *13* Fissura orbitalis superior. *14* linke Concha sphenoidalis. *15* vordere Spitze der rechten und der linken Keilbeinmuschel. *16* hintere Spitze der letzteren. *17* Höhle der Concha sphenoidalis sinistr. (Anlage der linken Keilbeinhöhle.)

Da die Verbindung dieses Teiles mit dem Keilbein haltbarer ist und daher häufiger unverletzt gesehen wurde, als die mit den anderen Knochenteilen der Nasenkapsel, rechnete man denselben schlechtweg dem Keilbein zu, ebenso den darübergelegenen Hohlraum, der nunmehr (Fig. 11 *8*, Fig. 18 *17*) als Keilbeinhöhle bezeichnet wird, obwohl er anfangs eigentlich ganz von der Keilbeinmuschel umschlossen und ein Teil der Nasenhöhle ist (Fig. 17 *17*). Die Ecke jeder Keilbeinmuschel, in welcher deren frei vorliegenden Seiten mit der medialen, dem Keilbeinkörper angewachsenen, zusammenstoßen, ist vorwärts in eine Spitze ausgezogen, die mit der entsprechenden der anderen Seite das Rostrum sphenoid. zwischen sich fassen und schließlich mit ihm verschmelzen. Die Erweiterung der Keilbeinhöhlen erfolgt jederseits unter Resorption aller im Knorpel entstandenen Knochensubstanz, insbesondere an allen Stellen, wo Keilbeinkörper und -Muscheln untereinander verwachsen waren und kann sehr verschieden weit fortschreiten. In Fällen der hochgradigsten Ausbildung findet man den ganzen Keilbeinkörper hohl bis zum Dorsum sellae, ebenso die un-



Fig. 18. Frontale und Sphenoidale in Verbindung, von vorn und unten gesehen. Stirnbein. *1* Facies frontalis. *2* Margo nasalis. *3* Margo supraorbitalis. *4* Processus zygomaticus. *5* Linea temporalis. *6* Superficies temporalis. *7* Superficies orbitalis. *8* Cellulae frontales. *9* Spina frontalis. *10* Incisura ethmoidalis. Keilbein: *11* Ala orbitalis. *12* Canalis opticus. *13* Spina ethmoidalis. *14* Fissura orbitalis superior. *15* Crista sphenoidalis. *16* Rostrum sphenoidale. *17* Sinus sphenoidalis. *18* Concha sphenoidalis (Rest, der beim Erwachsenen persistiert) auf der rechten Seite des Präparats erhalten, auf der linken entfernt. *19* natürliche Oeffnung des Sinus sphenoidalis. *20* untere Fläche des Keilbeinkörpers. *21* Superficies orbitalis. *22* Crista zygomatica. *23* Crista infraorbitalis. *24* Facies temporalis. *25* Crista infratemporalis. *26* Facies infratemporalis mit *27* Foramen ovale. *28* Crista sphenomaxillaris. *29* Facies sphenomaxillaris. *30* vordere Mündung des Canalis rotundus. *31* Canalis Vidianus. *32* Sulcus pterygopalatinus. *33* Processus pterygoideus. *34* Incisura pterygoidea. *35* Rauhigkeit für die Verbindung mit dem Processus pyramidalis des Gaumenbeins. *36* Hamulus pterygoideus.

mittelbar damit verwachsenen Teile der kleinen Flügel, des Processus alaris und des Processus pterygoideus. Seine Substanz ist dann auf eine sehr dünne, die Höhlung umgrenzende Knochentafel reduziert. Von der anfangs dicken, senkrechten Platte des Keilbeinkörpers und der mit ihr verschmolzenen medialen Wand jeder Keilbeinmuschel bleibt dabei beim Erwachsenen nur ein sehr dünner Rest als Scheidewand der Höhlen übrig, das Septum sinuum sphenoidal. (Fig. 11 *16*). Letztere steht häufig schräg verbogen, nicht median, so daß die Keilbeinhöhlen ungleiche Größe haben. Gewöhnlich sieht man von der Innenfläche der Keilbeinhöhlen niedrige Leisten vorspringen, die den Verwachsungslinien der Komponenten des Keilbeins entsprechen und der Aufsaugung der Knochensubstanz länger Widerstand leisten, so zwischen Prä- und Basisphenoid, zwischen letzterem und Processus alaris (Fig. 11).

In den Fällen, wo die Conchae nicht mit dem Siebbein in Vereinigung bleiben, wird ihr Wachstum gehemmt, die Keilbeinhöhle bleibt klein. Dafür entwickelt sich lateral darüber vom Siebbeinlabyrinth aus und entlang dessen Verbindung mit der Seitenwand des Keilbeinkörpers ein zweites, neues Höhlensystem in die obere Partie unter das Jugum sphenoidale, bis zum medialen Umfang des Canalis opticus und hinten manchmal bis in das Tuberculum sellae hinein, das durch eine horizontale oder schräge Scheidewand von den eigentlichen Keilbeinhöhlen getrennt ist (Fig. 5 *8'*). Die Oeffnung der letzteren nach vorn liegt gewöhnlich in halber Höhe des Septum sphenoid. Ihre Gestalt ist bei typischer Entwickelung rundlich. Für die Erklärung der zahlreichen Schwankungen, in dem Zusammenhang der Keilbeinmuscheln mit anschließenden Knochen giebt die Entwickelungsgeschichte Anhaltspunkte.

Entwickelung der Keilbeinmuscheln. Die Keilbeinhöhle ist ursprünglich ein vorn und unten offenes Divertikel der vor ihr gelegenen Nasenhöhle und in dem Nasenknorpel unter dem Keilbeinkörper enthalten. In diesem Knorpel treten Verknöcherungen auf, die zur Concha sphenoidale verschmelzen und zwar: 1) im 5. Fötalmonat eine im Knorpel neben dem Rostrum sphenoidale, entsprechend der medialen Wand der Muschel; 2) eine im unteren Umfange der lateralen, knorpeligen Höhlenwand, die gegen das Gaumenbein hin sich ausdehnt. Sie kann selbständig bleiben, oder mit dem Gaumenbein verwachsen; 3) zwischen dem 7.—10. Monat treten weitere Ossifikationen (Belegknochen) ohne Beteiligung von Knorpel auf; im einzelnen variabel, mit obigen Ossifikationsherden verschmelzend, bilden sie den Boden und die vordere Wand der Keilbeinhöhlen, also fast alle definitiv persistierenden Teile der Keilbeinmuscheln.

Getrenntbleiben dieser Knochenpunkte erklärt das Vorkommen gespaltener Keilbeinmuscheln und der Ossicula subsphenoidalia (Zuckerkandl, Wiener Mediz. Jahrbücher, 1878, S. 301). Konstant findet sich unter dieser Gruppe ein Knochenpunkt für die hintere Spitze der Keilbeinmuschel.

In den ersten Lebensjahren wachsen die oberen Ränder der medialen und lateralen Wand der Conchae zur Bildung der oberen Wand zusammen; im 2.—3. Lebensjahre vergrößern sich alle Teile der Conchae und es bildet sich eine neben der Crista sphenoidalis gelegene hintere und eine sehr stark neben dem Rostrum vorragende vordere Spitze derselben aus. Bindegewebe heftet die obere und mediale Wand an die

Unterseite des Keilbeinkörpers. Defekte der lateralen Wand werden vom Proc. orbitalis des Gaumenbeins häufig ergänzt; ein Defekt in der Vorderwand bildet die bleibende Verbindungsöffnung mit der Nasenhöhle. Stärkere Breitenzunahme der Keilbeinhöhle drängt im 4. Jahre die laterale Wand der Keilbeinmuscheln zur Verwachsung mit dem Siebbein, worauf dieselbe gewöhnlich resorbiert wird und Teile des Siebbeins an ihre Stelle treten und den Abschluß der Höhle übernehmen (Cellula ethmoidalis). Erweiterung der Höhle medialwärts geht einher mit Schwund der spongiösen Substanz der Keilbeinkörper und der medialen und oberen Wand der Muscheln (vergl. die Abhandlungen von CLELAND, TOLDT.) Offene Verbindung der Keilbeinhöhle beiderseits durch Defekte im Bereich des Sulcus caroticus mit der Schädelhöhle beobachtete ich einmal bei einem jugendlichen Schädel.

Die Angabe HANNOVER's, daß die Keilbeinmuscheln bereits im 3. Monat auftreten, ist von den neuesten Untersuchern (besonders TOLDT) nicht bestätigt worden. — Ueber die allgemeine Stellung der Conchae zum Skelet der Nasenhöhle handelt CLELAND; siehe die einschlägigen Angaben beim Nasenskelet.

Eine kolossale Ausdehnung der Fossa hypophyseos die zur Oblitteration der Sinus sphenoidales und Durchbruch des Sphenoidale bis auf den Vomer führte, vielleicht infolge sehr starker Entwickelung des Hypophysenteils des Gehirns berichtet CUNNINGHAM bei allgemeinem Riesenwuchs.

Litteratur.

Baraldi, *Sull' osso sphenotico nell' uomo, Atti della società Toscana di scienze naturali, Processi verbali, V.* 7, 1889/90, 12.

v. Brunn, *Das Foramen pterygospinosum (Civini) und der Porus crotaphiticobuccinatorius (Hyrtl), Anat. Anz.* 1891, 96.

Calori, *Su varie particolarità della base ecc., Memorie R. Accad. di scienz. di ist. di Bologna* 1893.

Cleland, *On the relation of the Vomer ethmoid and intermaxillary bone, Philosophic. Transact.* 1862, 289.

Cunningham, D. J., *The skeleton of the Irish giant, Cornelius Magrath, Journ. of Anat. and Physiol.* 1891, 9 (*Anat. Soc. of Great Britain and Ireland*).

Flower, *Einleitung in die Osteologie der Säugetiere, Leipzig* 1888

Grosse, J., *Ueber das Foramen pterygospinosum (Civini) und das Foramen crotaphiticobuccinatorium (Hyrtl), Anat. Anz.* 8. *Jhrg. No.* 10/11, 321; *No.* 18/19, 651—663.

Gruber, W., *Ueber Duplicität des Foramen rotundum ossis sphenoidei, Virch. Arch.* 63. *Bd. F. IX*, 3. *Bd.* 533.

Hannover, *Primordialbrusken og dens forbening, Det Kgl. danske vidensk. selskab Skrifter. Naturw. mathem. Afdel.* 11. *Bd. Kopenhagen* 1888.

Hyrtl, J., *Ueber den Porus crotaphiticobuccinatorius beim Menschen, SB. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. z. Wien, naturw.-mathem. Kl. XLVI*, 1. *Bd.* 3, 1862.

Landzert, *Ueber den Canalis craniopharyngeus des Neugeborenen, Petersburg. med. Zeitschr.* 14, *Bd.* 133.

Maggi, L., *Il canale craniofaringeo negli antropoidei, R. Inst. Lombardo di sc. e lett. Rendiconti S.* 2, *V.* 24, *Fasc.* 3, 1891, 138—148.

Derselbe, *Arch. per l'antropologia e la etnologia*, 1891, *V.* 21, 1. *Fasc.* 54, 1 *Taf.*

Maloney, *The sphenoid bone, some of its possible functions, New York med. Journ.* 1888, 48. *Bd.* 144—147.

Raggi, *Le anomalie dei Processi clinoidei dal punto di vista anatomico, antropologico ecc., Rendiconti in Rivista sperimentale di frenat. e med. leg. V.* 17, *Fs.* 4. 183.

Rambaud *et* **Rénault**, *Origine et développement des Os, Paris* 1864.

Romiti, *Sopra il canale craniofaringeo nell' uomo e sopra la tasca ipofisaria di Rathke, Atti della società Toscana di sc. nat, Mem. A.* 7, 1886, 309 *ff.*

Rossi, U., *Il canale craniofaringeo e la fossetta faringea, Monitore zoologico italiano, Firenze* 1891, *A.* 2, *No.* 6.

Roth, E., *Beitrag zu den Merkmalen niederer Rassen am Schädel, Arch. f. Anthropol.* 14. *Bd.* 1883.

Sternberg, M., *Ein bisher noch nicht beschriebener Kanal im Keilbein des Menschen, Anat. Anz.* 3, 1888, 784.
Suchannek, *Ein Fall von Persistenz des Hypophysenganges, Anat. Anz.* 2. *Jhrg.* 1887, *No.* 16, 520—525.
Sutton, J. B., *On the development and morphology of the human sphenoid. bone, Proc. of the scientif. meet. of the Zool. Sc. London,* 1885, *P.* 3, 577, *Pl.* 35.
Derselbe, On the relations of the orbitosphenoid bone to the pterion, Journ. of Anat. and Physiol., 1884, *V.* 18, 219—222.
Toldt, *Die Entstehung und Ausbild. der Conchae sphenoidales beim Menschen. Lotos, Jhrb. f. Naturw.* 1882.
Derselbe, Osteolog. Mitteil., Zeitschr. f. Heilk. 1883, 6. *Bd.* 69.
Virchow, R., *Untersuch. über die Entwickelung des Schädelgrundes, Berlin* 1857 (*S.* 15 *ff.*).
Zuckerkandl, *Anatomie der Nasenhöhle, Wien* 1882 (*Keilbeinhöhle* 169).

Das Schläfebein, Os temporale.

(Synonyme: Os temporum, lapideum, lapidosum, lithoides, petrosum, Squammiforme, saxeum.
Englisch: The temporal bone. Französisch: L'os temporal.
Italienisch: L'osso temporale.

Als Schläfebein wird beim Menschen der zwischen Hinterhaupt-, Scheitel- und Keilbein gelegene, beim Erwachsenen zu einem einheitlichen Knochen verwachsene Knochenkomplex bezeichnet. Derselbe ist zum Teil an der Basis, zum Teil an der Decke des Schädels gelegen. Ein an der Grenzlinie beider entspringender Fortsatz, Jochfortsatz (Processus zygomaticus), stößt mit dem Jochbein in einer Naht zusammen (Fig. 1 *14*).

Die Bestandteile des fertigen Schläfebeinkomplexes (Fig. 19) sind: das Felsenbein, Os petrosum; die Schuppe, Squama (Os squamosum), der Paukenbein, Os tympanicum, der Griffelfortsatz, Os styloideum. Während sie bei Tieren vielfach zeitlebens getrennt bleiben, verwachsen sie beim Menschen kurz vor der Zeit der normalen Geburt untereinander. Das Petrosum ist ein knorpelig präformierter, das Squamosum ein Deckknochen des Hirnschädels; das Tympanicum ist ein Deckknochen des Visceralschädels, das Styloideum ein Stück des Schlundbogenskelets. Indem die Verwachsung der Teile größtenteils entlang schmalen, stark vorstehenden Rändern erfolgt, umschließen sie zusammen einen kompliziert gestalteten Raum, den Luftkanal des Gehörorgans, welcher u. a. eine Kette von drei selbständigen, dem Visceralskelett zugehörigen Knochen, die Gehörknöchelchen, beherbergt. Eines derselben verschließt die Kommunikation des Luftkanals mit dem im Felsenbein eingeschlossenen System der Wasser- (resp. Lymph-)Kanäle des Gehörorgans (Labyrinthkanäle), welch letztere in sich den Sinnesapparat des Ohrs bergen.

Von manchen Autoren wird außer den genannten Teilen noch eine Pars mastoidea am fertigen Schläfebein unterschieden. Letztere ist jedoch nicht ein entwickelungsgeschichtlich selbständiger Teil, sondern ein sekundärer und erst sehr spät auftretender Auswuchs der lateralsten und hintersten Partie des Schläfebeins, an dessen Bildung die einander benachbarten Teile des Felsenbeins und der Schuppe zusammen beteiligt sind (siehe S. 169).

Alle diejenigen Teile des Schläfebeins, welche in unmittelbarer, wesentlicher Beziehung zur Funktion des Gehörorgans stehen, haben

schon zur Zeit der Fötalreife fast ihre definitive Form, Größe und relativen Lageverhältnisse erreicht, die sich während des nachembryonalen Wachstums kaum noch ändern. Sie bilden daher gleichsam ein feststehendes unveränderliches Gerüst von Bildungen in dem nachembryonal wachsenden Schläfebein. Die in der Peripherie derselben gelegenen Knochenteile vergrößern sich nach der Geburt wesentlich und entwickeln neue Formverhältnisse und Auswüchse, die, am jugendlichen

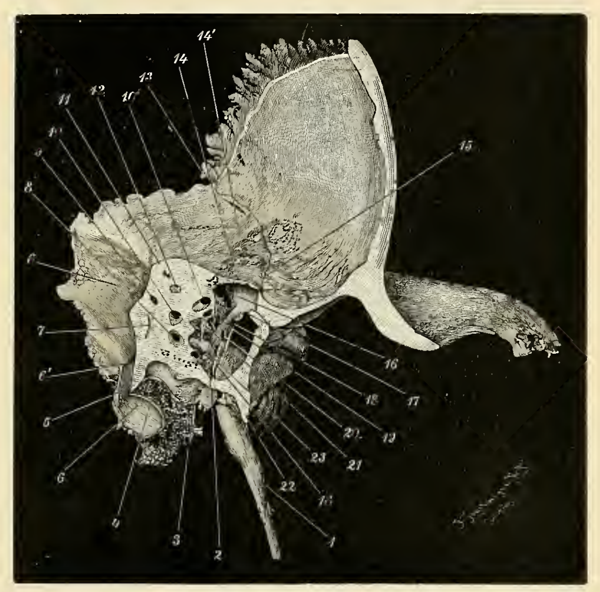


Fig. 19. Querschnitt der Schläfenbeinpyramide samt Schuppe lateral vom oberen senkrechten Bogengang und parallel einer durch ihn gelegten Ebene, um die Zusammenfügung der Elemente des Schläfebeinkomplexes zu zeigen. Schnittflächen hell: die des Petrosum, die des Tympanicum, die der Schuppe, alle verschieden punktiert. Von den Schnittflächen umschlossen ein Teil der Paukenhöhle und des äußeren Gehörgangs. *1* Proc. styloideus, mit dem Petrosum verwachsen. *2* untere Kante des Petrosum. *3* Fossa jugularis. *4* Synchondrosis petrooccipitalis. *5* hintere Kante der Felsenbeinpyramide. *6* Sulcus transversus (Sulc. sigmoideus). *7* Durchschnitt des Aquaeductus vestibuli. *8* Ampulle des hinteren senkrechten Bogengangs. *9* Crus commune beider senkrechter Bogengänge. *10* Crus simplex des horizontalen Bogengangs. *10'* Ampulle desselben. *11* obere Kante des Petrosum. *12* spongiöse Substanz der Fossa subarcuata. *13* Incisura parietalis. *14* Tegmen tympani, darunter Recessus epitympanicus. *14'* Durchlöcherungen des Tegmen tympani. *15* Sutura petrosquamosa. *16* Planum epitympanicum des Ohrteils der Schuppe. *17* Margo tympanicus der Schuppe (RIVINIscher Ausschnitt). *18* Sulcus tympanicus (der Pars tympanica). Links davon der äußere Gehörgang, rechts davon die Paukenhöhle. In letzterer: *19* Canalis facialis. *20* Canaliculus chordae tympani (in der Naht zwischen Petrosum und Tympanicum eingeschlossen). *21* Eminentia stapedii. *22* Crista petrosa (des Tympanicum). *23* Prominentia styloidea.

Schläfebein fehlend oder höchstens andeutungsweise vorhanden, als specifische Formationen der nach der fötalen Entwickelungszeit weiter ausgewachsenen Schläfebeine anzusehen sind. Zu Bildungen der letzteren Art gehören die an der Unterseite der Schädelbasis gelegenen Verwachsungsleisten, so an der Grenze von Schuppe und Petrosum der Proc. mastoideus (Fig. 23 *10*) an der Grenze von Tympanicum und Petrosum die Crista petrosa (Fig. 19 *22*); ferner der äußere Gehörgang, die Knickung des Schuppenteils an der Grenze zwischen Schädeldach und Basis. In der Ausbildung dieser Teile finden sich größere individuelle Unterschiede.

Beim Studium und besonders beim Vergleich des ausgewachsenen und jugendlichen Schläfebeins werden die unveränderlichen Teile des Gehörorgans mit Vorteil als Führer benutzt. Zerlegt man künstlich das Schläfebein eines Erwachsenen entlang den Verwachsungslinien in seine Teile, welche beim Foetus noch getrennt sind, so ist der Vergleich derselben mit der fötalen Form auf das leichteste durchzuführen, während es sonst vielfach schwierig ist, eine klare Einsicht in die komplizierten Verhältnissen des Temporale zu gewinnen. Im Interesse der leichteren Orientierung ist, wo immer dies erwünscht schien, die einfachere Jugendform des Knochens zum Ausgangspunkt des Beschreibung gemacht.

1. Die Schuppe.

(Synonyme: Squamosal (Owen); Cotyléal (Geoffroy); Pars squamosa (Sömmerring); Lepisma.)

Englisch: The squamous portion. Französisch: Écaile. Italienisch: La porzione squammosa.

Der Schuppenteil, Squama temporalis, gleicht einer mehr oder weniger kreisrunden, gewölbten Scheibe, mit einem stumpfwinkligen Einschnitt im unteren Rande (Ohreinschnitt der Schuppe). Der vordere, rückwärts schauende Teil des Randes dieses Einschnitts (Fig. 21 *8*, Fig. 22 *5*, Fig. 20 *6*) bleibt zeitlebens unverwachsen. Ich nenne ihn Margo fissurae. Der hintere, abwärts schauende, horizontal gestellte Randteil ist der Paukenrand der Schuppe, Margo tympanicus (Fig. 20 *8*, Fig. 21 7, Fig. 22 *16*), an dessen vorderes und hinteres Ende sich der Paukenring befestigt (Fig. 20 *b*, Fig. 21, *9*).

Auf der lateralen (äußeren) Fläche der Schuppe erhebt sich ein lateral und vorwärts gerichteter Fortsatz, Processus zygomaticus*) (Fig. 20 *1*), von dem aus drei Kanten verlaufen. Eine hintere (Fig. 20 *2*, Fig. 23 *2a*), Linea temporalis, eine vordere (Fig 20 *3*, Fig. 23 *2b*), Crista infratemporalis, in fast gleicher Flucht teilen die Fläche in eine obere und eine untere der Schädelbasis zugehörige Abteilung. Die dritte untere Kante zieht bis gegen die Winkelspitze des Schuppeneinschnittes, wo sie mit einem zweigipfeligen Höcker endigt, und teilt so die untere Abteilung der Schuppenfläche in zwei, je grubig vertiefte Abschnitte, deren vorderer die Gelenkpfanne des Unterkiefers (Fig. 1 *5*), Fossa mandibularis, ist, deren hinterer, das Gehörgangsfeld der Schuppe (Fig 1 *7*), zur Decke des äußeren Gehörgangs wird. Der beide trennende Wulst wird in seinem vorderen Umfang zum Drehzapfen des Kiefergelenks (Tubercul. articulare posticum; Fig. 23 *6*). Mit seinem hinteren Umfang verwächst der Annulus tympanicus (s. unten).

*) Processus jugalis.

Die innere (mediale) Fläche der Schuppe zeigt gegenüber dem Verlauf der Linea temporalis und Jochfortsatzursprung eine mit zunehmendem Wachstum immer deutlicher werdende Einknickung (Fig. 22 *3*). In ihr vorderes Ende fällt die erste Teilung einer arteriellen Furche, Sulcus pro arteria meningea media (Fig. 22 *2*).



Fig. 20. Außenseite des rechten Schläfebeins eines 1—2-jährigen Kindes, 2mal vergrößert mit Einblick auf die Labyrinthwand der Paukenhöhle. *a* Schuppe, *b* Os tympanicum, *c* Petrosum, *d* Sutura petrosquamosa (mastoideosquamosa), schwach S-förmig. *1* Processus zygomaticus, *2* dessen hintere Wurzelkante (Linea temporalis); *3* dessen vordere Wurzelkante (Crista infratemporalis). *4* Tuberculum articulare. *5* Fossa mandibularis. *6* Margo fissurae der Schuppe. *7* Gehörgangsfeld der Schuppe, *8* deren Margo tympanicus. *9* Processus postauditorius. *10* Aeußere Oeffnung des Canalis facialis (For. stylomastoideum). *11* Knochenröhre für den Processus styloideus. *12* Fenestra ovalis. *13* Fossula fenestrae rotundae. *14* Sinus tympani. *15* Eminentia stapedii. *16* Recessus epitympanicus. *17* Septum tubae mit Processus cochleariformis (Canalis pro tensore tympani). *18* Promontorium. *19* Furche aus einem Kanälchen hervortretend für den Nervus tympanicus; davon Abzweigungen, *19'*, für den Zutritt des N. caroticotympanicus, *19''*, für den N. petrosus prof. minor. *20* Spina tympanica anterior. *21* Processus inferior tegminis tympani. *22* Spitze des Petrosum. *23* Canalis caroticus (obere und untere Mündung). *24* Semicanalis tubae (Mündung). *25* untere Kante des Petrosum. *26* Tuberculum tympanicum anticum. *27* Prominentia canalis facialis. *27'* Oeffnung in der Wand des Canalis facialis. *28* Sonde in der Apertura externa canaliculi chordae (der weitere Verlauf, vom Os tympanicum bedeckt, ist durch die punktierte Linie angedeutet; oberhalb des Eminentia stapedii kommt die Sonde in der Paukenhöhle wieder zum Vorschein. *29* Fläche der Synchondrosis petrooccipitalis. *30* Prominentia ductus semicircularis externi. *31* Incisura parietalis.

Der weitaus größte Teil der inneren Schuppenfläche ist der Schädelhöhle zugekehrt (Facies cerebralis; Fig. 22 *1*, Fig. 21 *1*). Ausgenommen hiervon ist ein unteres, hinteres Segment, dessen Umgrenzung fast genau der des Gehörgangsfeldes auf der Außenfläche der Schuppe entspricht, der Höhle des obersten Teiles des Mittelohres zugekehrt ist und daher Paukenfeld, Facies epitympanica (Fig. 21 *5*, Fig. 22 *7*), heißen mag. Seine oberste, hintere Ecke zeigt schon beim Foetus zellige Beschaffenheit, Cellulae squamosae (Fig. 21 *4*), die während des postembryonalen Wachstums größere Ausdehnung gewinnt (Fig. 22 *8*). Seine untere, etwa viereckige glattflächige Abteilung, Planum epitympanicum, besitzt manchmal den Abdruck der ihr anliegenden Teile der Gehörknöchelchen (Hammer, Amboß); sie wächst nach der Fötalreife nicht mehr. Die Abgrenzung des Paukenfeldes gegen die Schädelinnenfläche ist scharf markiert durch eine Knochenkante, den Margo petrosus (Fig. 21 *3*), welcher dadurch zustande kommt, daß die innere Knochentafel, als



Fig. 21 I. Fig. 21 II.

Fig. 21. Schuppenteil mit angewachsenem Paukenteil von der medialen Seite gesehen. I Vom 7-monatlichen Fötus; II vom etwa $1^1/_2$-jährigen Kinde (lin. Vergrößerung des letzteren 48,5/43,5). Beiden Figuren gemeinsame Zahlenbezeichnung. *1* cerebrale Fläche der Schuppe. *2* Processus zygomaticus. *3* Margo petrosus; darunter das Paukenfeld der Schuppe. *4* hintere, zellige Partie derselben (Cellulae squamosae). *5* glattflächiger Teil derselben (Planum epitympanicum). *6* Margo mastoideus; dessen hinterste Ecke, *6a*, Processus postauditorius. [Die Zahlen *6* und *6a* sind in Fig. 2 II verwechselt.] *7* Margo tympanicus. *8* Margo fissurae, den winkligen Ohreinschnitt der Schuppe begrenzend. *9* Annulus tympanicus mit beiden Enden an dem Margo tympanicus befestigt (in Fig. II bereits verwachsen). *10* Sulcus tympanicus. *11* Spina tympanica anterior. *12* Spina tympanica posterior; die Kante zwischen beiden ist die Crista spinarum. Unterhalb letzterer *13* Sulcus malleolaris. Unterhalb des letzteren *14* die Crista tympanica; unter dieser *15* Sulcus tubarius ossis tympanici. *16* Sulcus pro arteria meningea. *17* Incisura parietalis der Schuppe.

Zusatz zu II. *18* Sonde im Canaliculus chordae tympani, zwischen Processus postauditorius, *6*, und Tympanicum. *19* ein Stückchen der Röhre des Proc. styloideus, beim Absprengen des Petrosum am Proc. postauditorius sitzen geblieben (s. Fig. 26 II). *20* Schnittfläche des Tympanicum, entlang der es mit dem Boden der Paukenhöhle verwachsen war. Sein unterer Rand ist die Crista petrosa, aus dem Margo cristae petrosae entstanden, entsprechend *9*. *21* die an der Außenseite des Sulcus tympanicus auswachsenden Zacken, die zur Bildung des primitiven Randes des äußeren Gehörgangs verwachsen (Tubercul. tympanic. anter. et post.).

ob sie entlang dem oberen Umfang des Paukenfeldes ist hinter dem hörte, mit freiem Rande von der äußeren sich abhebt. Eine von allen dient in ganzer Länge dem Tegmen tympani des Petrosum zur Verwachsung (entlang der Sutura petrosquamosa; Fig. 28, *1*). Gegen sein vorderes Ende ist er scharf und biegt um in die Richtung des Margo fissurae; hinten stellt er eine rauhe, dreiseitige Fläche dar. Oberhalb der Stelle, wo diese den konvexen Rand der Schuppe trifft, erhebt sich eine Knochenzacke, die von hinten einen Einschnitt des Schuppenrandes, die Incisura parietalis, begrenzt (Fig. 21 *17*, Fig. 20 *31*, Fig. 23 *17*, Fig. 22 *20*). Abwärts von hier zieht er dem hinteren Rande des Paukenfeldes entlang als ein auf Kosten der Innenfläche ausgebreiteter, rauher Streifen zur Verbindung mit der Facies mastoidea des Felsenteils (Fig. 21 *6*). Die abwärts lang ausgezogene Ecke, in welcher der letztere mit dem Margo tympanicus zusammenstößt, Processus postauditorius (Processus tympanicus squamae [Kisselbach], Fig. 21 *6* u. *6 a*, Fig. 22 *9*), bildet die Anlage der Vorderabteilung des Processus mastoideus (Fig. 23 *10*, nach vorn von *11*); seine Grenze gegen dessen hintere Abteilung, die aus dem Petrosum entsteht, ist beim erwachsenen Schläfebein ausnahmsweise noch durch eine Spalte oder Löcherreihe markiert, deren Verlauf die Linie (Fig. 23 *11*) angiebt. Sie ist eine Fortsetzung der Fissura petrosquamosa. Den oberen Rand der Temporale würde demnach letztere, wenn sie nicht geschwunden ist, hinter der Incisura parietalis (Fig. 23 *17*, Fig. 28 *2*) der Schuppe überschreiten. Das Gehörgangsfeld einerseits und das Paukenfeld der Schuppe andererseits bilden zusammen die beiden Flächen einer im ganzen dreieckigen Knochenplatte, die durch den Margo petrosus und die Linea temporalis gegen die übrigen Partien der Schuppenfläche abgegrenzt ist und deren selbständige Ränder der Margo tympanicus und der in den Proc. postauditorius abwärts auslaufende hinterste Anhang des Margo petrosus ist, der Margo mastoideus heißen mag. Diesen Teil der Schuppe kann man als den Ohrteil der Schuppe gegenüber allen übrigen Teilen derselben unterscheiden. Die letzteren sind nämlich wirkliche Wandstücke der Schädelhöhle; der Ohrteil dagegen ist von jeder Beteiligung daran ausgeschlossen, indem er sich zwischen Petrosum und Tympanicum einschiebt und so ausschließlich im Bereiche des Gehörorgans und demnach des Visceralschädels gelegen ist.

Die Schuppe entwickelt sich nach Rambaud und Renault als Deckknochen von drei im 3. Fötalmonat verwachsenen Knochenpunkten aus 1) einem für den oberen Teil der Schuppe, 2) einem (Zygoma) für den Jochfortsatz und seine Umgegend, 3) einem für den Ohrteil (Epitympanicum oder Serrial [weil von Serres entdeckt]). Am erwachsenen Knochen markiert der Wechsel der Randzuschärfung an der Grenzlinie von Basis und Decke die Grenze zwischen 1 und 2; der in der Incisura parietalis die Grenze zwischen 1 und 3.

2. Das Paukenbein, Os tympanicum.

(Synonym: Tympanique (Owen); Partie ou caisse tympanique (Cuvier); Exostéal (Geoffroy)).

Das Os tympanicum stellt in den letzten Monaten fötaler Entwickelung einen schmalen dünnen Knochenstreifen dar, der huf-

Der weitaus g[illegible]er in extremen Fällen bis zur Vollendung einer vollen höhle zugeke[illegible] die Kante gekrümmt ist, Annulus tympanicus (Cercle du gen[illegible]g. 21 I *9*). Im letzteren Fall ist der Knochen entsprechend [illegible]r und kommt der Zuwachs durch Verlängerung des stärker gekrümmten hinteren Endes des Knochens zustande. Längs dem konkaven Rande zieht eine Furche, Sulcus tympanicus (Fig. 21 *10*). Im übrigen verhalten sich die Enden des Knochens verschieden von dem Mittelstück sowohl bezüglich ihrer Gestalt als ihrer Verbindungen. Den konkaven Rand des letzteren scheidet der Sulcus tympanicus geradezu in zwei scharfkantige Lippen, deren äußere (laterale resp. untere) höher ist als die innere (mediale, obere), so daß die Furche beim Anblick von außen her verdeckt wird (Fig. 21 I *10*). Der konvexe Rand des Mittelstücks, Margo cristae petrosae, verbindet sich mit einem entsprechend gekrümmten Randteil des Petrosum. Die Endstücke des Annulus tympanicus dringen am intakten Schläfebein in den Bereich des Ohreinschnittes der Schuppe ein und wenden dabei, wie durch eine Drehung um ihre Längsachse die den Sulcus tympanicus tragende Seite mehr nach außen (lateral resp. unten).

Das hintere Endstück wird dabei manchmal zu einem zungenförmigen Knochenplättchen, welches flächenhaft entlang dem Hinterende des Margo tympanicus mit der Außenseite der Schuppe verwächst. Nur das allerletzte Ende bleibt manchmal unverwachsen und findet sich als frei vorragendes Knochenzäckchen unter dem Margo tympanicus (Fig. 21 I unterhalb *5*) selbst noch am fertigen Schläfebein des Erwachsenen.

Das vordere Endstück verläuft fast geradlinig und parallel dem Margo fissurae der Schuppe, von dem es durch eine Spalte getrennt bleibt. Es ist gegen die übrigen Teile des Annulus tympanicus durch Zuwachs an der lateralen Randlippe des Sulcus tympanicus schaufelförmig verbreitert und dadurch scheinbar aus der allgemeinen Ebene des Mittelstücks des Paukenrings heraus abgeknickt. Von den Flächen dieses Stückes ist die hintere dem Binnenraum des Annulus tympanicus zugewandt und enthält nahe ihrem medialen Rand das vorderste sehr seichte Stück des Sulcus tympanicus; die vordere ist dem Margo fissurae zugewandt, quer zu ihrer Längsachse konvex und von einer scharfen Knochenkante, Crista spinarum (Fig. 21 *12*), schräg (von hinten-innen-oben nach vorn-außen, unten) durchzogen. Von den beiden spitzigen Enden derselben ist das, vordere die Spina tympanica anterior (Fig. 21 *11*, Fig. 20 *20*), manchmal weniger hervortretend als das hintere, die Spina tympanica posterior (Sp. t. major, [Helmholtz] (Fig. 21 *12*). Eine tiefe, unter der Crista spinarum und dieser parallel laufende Furche heißt Sulcus malleolaris. (Sie nimmt den Processus Folianus des Hammers, die Chorda tympani, die Arteria tympanica und Venen in sich auf.) Ihre untere Abgrenzung ist durch eine etwas stumpfere Kante gegeben (Crista tympanica J. Gruber, Fig. 21 *14*). Diese nimmt ihren Ursprung im medialen Rande des Sulcus tympanicus, dicht unter der Spina tympanica posterior, wo auch der Sulcus tympanicus beginnt, und zieht von letzterem schräg vor-abwärts über die mediale Seite des Paukenrings. Eine anfänglich sehr unscheinbare Furche an der unteren (hinteren) Seite dieser Kante ist der Sulcus tubarius ossis tympanici (Fig. 21 *15*; auch Fig. 22 *12*). Sie überbrückt den Semicanalis tubae des Petrosum (s. Fig. 26 *5*, Fig. 20 *24*). Hinter ihr beginnt der Margo cristae petrosae. Das quer abgestutzte obere

Ende des vorderen Schenkels des Paukenrings verwächst hinter dem Conus articularis mit dem Margo tympanicus der Schuppe von allen Teilen zuerst.

Der Annulus tympanicus entwickelt sich im 3. Monat des Fötallebens aus drei Knochenpuukten; je einem für das Mittel-, das vordere und das hintere Endstück (Rambaud und Renault), im unteren Teil des noch bindegewebigen äußeren Gehörgangs, als Deckknochen des letzteren, ohne knorpelige Vorstufe. Er verlängert sich aufwärts zur Bildung eines sehr zarten, hinten zugespitzt endenden, vorn schon sehr bald schaufelförmig verbreiterten, aufwärts noch offenen Knochenrings. Er liegt dabei an der Außenseite des die laterale Wand des Mittelohres bildenden Bindegewebes, welches die Epithelauskleidung des äußeren Gehörgangs von der der Paukenhöhle trennt und in das Periost des Petrosum übergeht.

Schuppen- und Paukenteil vereint.

(Gegenseitige Lagebeziehungen; Ableitung und Beschreibung ihrer definitiven Gestaltung.)

In natürlicher Zusammenfügung liegt der Umfang des Paukenrings und der Schuppe des kindlichen Schläfebeins annähernd in einer und derselben, nur sehr wenig gewölbten Ebene. Der vordere Schenkel des Paukenrings ist dabei mit dem vordersten Ende des Margo tympanicus schon zur Zeit der Geburt verwachsen, während der hintere Schenkel sich an die Außenseite der Schuppe entlang dem hinteren Ende des Margo tympanicus anlehnt. Die zwischen beiden Enden des Paukenbogens bestehende Unterbrechung der Ringform wird dann durch diesen Rand überbrückt und so ein kreisförmig geschlossener Knochenrahmen am unteren Ende des Ohrteils der Schuppe im Bereich des Ohreinschnitts gebildet. Dieser Knochenrahmen ist bestimmt für die Anheftung des Trommelfells, welches die laterale Abgrenzung des Luftkanals des Mittelohres darstellt, gegen den um diese Zeit in seiner knöchernen Abteilung noch nicht fertig gestalteten äußeren Gehörgang (s. unten S. 161). Sein konkaver Umfang ist oben mit einem halbmondförmigen Ausschnitt, Rivini'scher Ausschnitt, dessen Bogen mit kürzerem Radius beschrieben ist, versehen. Seine vordere Hälfte wird von dem oberhalb der Spina tympanica posterior (Henle) gelegenen Randteil des Annulus tympanicus, die hintere durch ein Stück des Margo tympanicus der Schuppe gebildet. Zu hinterst ist er durch das zungenförmige Plättchen des Hinterschenkels des Annulus tympanicus, besonders wenn dieses etwas selbständig persistiert, von einer scharfen Knochenzacke begrenzt*).

Der Sulcus tympanicus fehlt im ganzen Bereich des Rivini'schen Ausschnitts, beginnt aber unmittelbar unterhalb seiner vorderen und hinteren Grenzzacke und läuft fast genau in einer und derselben Ebene an der konkaven Seite des Paukenrings; in dieser liegt ein für allemal auch der Margo fissurae der Schuppe.

An der inneren (medialen Seite) des Ohrteils der Schuppe und

---

*) Helmholtz bezeichnet diese Zacke als Spina tympanica minor und nennt die vordere Abgrenzungszacke (die Spina tympanica posterior Henle's) Spina tympanica major).

des Paukenrings finden sich die Verbindungsränder für das Os petrosum (s. dieses S. 65; über die Verwachsungsvorgänge s. S. 168).

Wachstumsverhältnisse (hierzu Figg. 21, 22, 24). Unter den beschriebenen Verhältnissen sind einige bereits den definitiven Formen kongruent und vom postembryonalen Wachstum so gut wie ganz ausgeschlossen, nämlich der Umfang der Paukenfurche und des RIVINI'schen Ausschnitts; ferner der Sulcus malleolaris, die Crista spinarum des Tympanicum, desgleichen das Planum epitympanicum (so nenne ich die glatte, nichtzellige Partie des Paukenfeldes der Schuppe) mit dem Margo tympanicus der Schuppe; endlich die Breite des zwischen Margo fissurae der Schuppe und Vorderschenkel des Annulus tympanicus gelegenen spaltförmigen Raumes Fissura squamoso-tympanica.

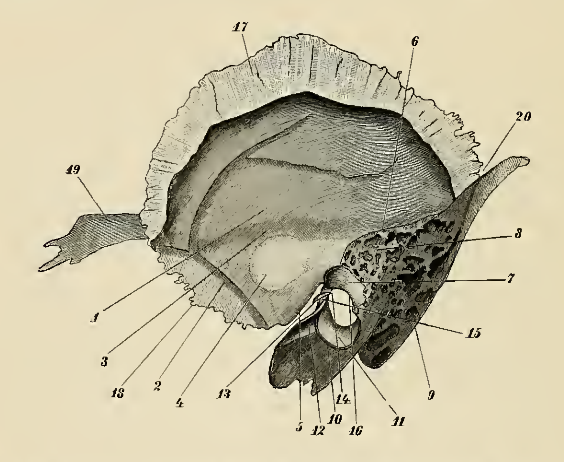


Fig. 22. Schuppen- und Paukenteil des erwachsenen rechten Schläfebeins entlang den Verwachsungslinien vom Petrosum abgesprengt resp. abgesägt und von der cerebralen Seite besehen. *1* cerebrale Fläche der Schuppe, durchzogen von *2* Sulcus pro arteria meningea media. *3* Ein Punkt in der horizontalen Knickungslinie der Schuppe; der aufwärts davon liegende Teil gehört der Schädeldecke, der abwärts gelegene der Schädelbasis an. *4* dünne Stelle des Knochens über der Fossa mandibularis. Zwischen dieser und *5*, Margo fissurae, das von dem horizontalen Teil des Tegmen tympani überlagerte Feld. *6* Margo petrosus; darunter das der Mittelohrhöhle zugekehrte Feld der Schuppe; *7* dessen Planum epitympanicum; *8* dessen zelliger Teil, heller gehalten; *9* das dunkler gehaltene zellige Feld ist in seiner kleinzelligen Abteilung die Schnittfläche der zellig gewordene Processus postauditorius; die großzellige Abteilung, die damit verwachsen ist, gehört schon zum Teil dem Petrosum an, beide sind Teile des Processus mastoideus, mit dessen vorderem Umfang der Paukenteil, welcher keine zellige Beschaffenheit zeigt, verwachsen ist. Beide, soweit die dunkle Schattierung reicht, durch eine senkrechte Sägefläche vom Petrosum getrennt. Die letztere geht dicht an der medialen Seite des, *10*, Sulcus tympanicus vorbei. *11* Tympanale Wand des äußeren Gehörgangs. *12* Sulcus tubarius des Os tympanicum. *13* Spina tympanica anterior. *14* Spina tympanica posterior. *15* Sulcus malleolaris. *16* Margo tympanicus der Schuppe. *17* Margo parietalis. *18* Margo sphenoidalis. *19* Processus zygomaticus. *20* Incisura parietalis.

Die außerhalb dieses Bereichs angelegten Teile erfahren postembryonal bedeutende Vergrößerung und gleichzeitig einige Umgestaltung.

1) Die Schuppe. Währenddem die Schuppe zu ihrer definitiven Größe auswächst, erfährt sie eine Knickung entlang dem Jochbogenursprung derart, daß der aufwärts davon gelegene Teil mit seiner Fläche sich senkrecht, der untere mehr horizontal stellt, der erstere in ausgesprochener Weise der Schädeldecke, der letztere dagegen der Schädelbasis zugeteilt wird und die Grenzkante beider an der Außenfläche der Schuppe durch den Jochbogenursprung gegeben ist. Die Ausbildung im einzelnen erfolgt im Hirnkapselteil der Schuppe ganz anders als im Ohrteil derselben.

Am Hirnkapselteil entwickelt sich im Bereich der Schädeldecke ein auf Kosten seiner cerebralen Fläche zugeschärftes, $^1/_2$ bis $1^1/_2$ cm breites Randfeld, Margo squamosus; eine unscheinbare Zacke des Randes oberhalb eines zur Basis steil abfallenden vorderen Teils, Angulus sphenoparietalis (Fig. 20 links von *24*), bezeichnet die Grenze zwischen seinen Verbindungen mit dem Os parietale und sphenoidale. Der Margo squamosus endet spitz zulaufend an der Stelle, wo er die Grenze zwischen Basis und Decke trifft. Der weiter im Bereich der Basis gelegene Randteil der Schuppe (zum Knochenpunkte Zygoma gehörig), auf Kosten der Außenfläche zugeschärft, ist stark zackig, dient tiefer gelegenen Teilen des großen Flügels des Keilbeins (Gebiet der Apophyse pterygoide [Rambaud u. Renault]) zur Nahtverbindung. Die cerebrale Fläche (Fig. 28, Fig. 22) der Schuppe zeigt entlang der Margo fissurae ein verschieden breites Feld, das von einer Knochenplatte, dem Tegmen tympani des Petrosum, überlagert wird (Fig. 22, links von *5*). Unmittelbar vor diesem findet sich eine stets dünne, oft gegen das Schädelinnere vorgewölbte Stelle (Fig. 22 *4*) der Schuppe, unter der die Fossa mandibularis gelegen ist. Medial von ihr zieht der Sulcus pro arteria meningea media (Fig. 22 *2*, Fig. 28 *14*) vorwärts, erreicht den Vorderrand der Fläche an der Grenze zwischen Decke und Basis. Eine starke Zweigfurche des Sulcus steigt von hier an der Innenseite des senkrechten Teiles der Schuppe aufwärts und rückwärts über die Incisura parietalis. Auf der äußeren Fläche der Schuppe erhebt sich der Jochfortsatz (Fig. 20 *1*, Fig. 23 *2*, Fig. 31 *1*) in Form einer erst dreiseitigen, lateralwärts gerichteten, horizontal gestellten Platte (Basalplatte des Jochbogens), deren Vorderrand in die Crista infratemporalis (Fig. 20 *3*, Fig. 23 *2 b*), deren Hinterrand in die Linea temporalis (Fig. 20 *2*, Fig. 23 *2 a*), ausläuft; im weiteren Verlauf wird der Fortsatz spangenförmig schlank, nach vorn gerichtet und wendet wie durch eine Drehung um seine Längsachse von seinen Flächen die obere medial-, die untere lateralwärts, wobei die ursprünglich hintere Kante zur oberen, die vordere zur unteren wird. Die Breite und Stärke des Fortsatzes ist großen Schwankungen unterworfen. Ebenso die dem vorwärts gerichteten Teil desselben eigene Flächen- und Kantenkrümmung. Sein vorderes Ende trägt einen vorabwärts schauenden zackigen Verbindungsrand für das Jochbein. Das oberhalb des Jochfortsatzursprungs gelegene Feld (Planum temporale) dient Teilen des Schläfenmuskels zum Ursprung; von diesen rührt eine Einteilung der Oberfläche in längliche Felder her, die besonders oberhalb der Basalplatte des Jochbogens deutlich ist. Hinter ihr

findet sich eine senkrecht aufsteigende, oben sich teilende, oft fehlende Furche, Sulcus pro arteria temporalis media (Fig. 23 *19*).

Die untere Seite der Basalplatte des Jochfortsatzes geht ohne Grenze in die an der Schädelbasis gelegene Partie der Schuppe über und nimmt an ihren Gestaltungen teil. Mitten unter beiden findet sich (Fig. 31 *3*, Fig. 30 *3*) eine tiefe ovoide Grube, Fossa mandibularis, die vorn und hinten durch transversale Wülste begrenzt wird. Der hintere, platt-kegelförmige zieht vom hinteren Rande der Jochplatte, medialwärts niedriger, bis zum winkligen Einschnitt der Schuppe und ist der Drehzapfen des Kiefergelenks (Conus articularis [v. MEYER], Tuberculum articulare posticum, Tuberculum tympanicum THIEM, Fig. 23 *6*, Fig. 31 *4*, Fig. 30 *4*), an ihn schließt sich medialwärts

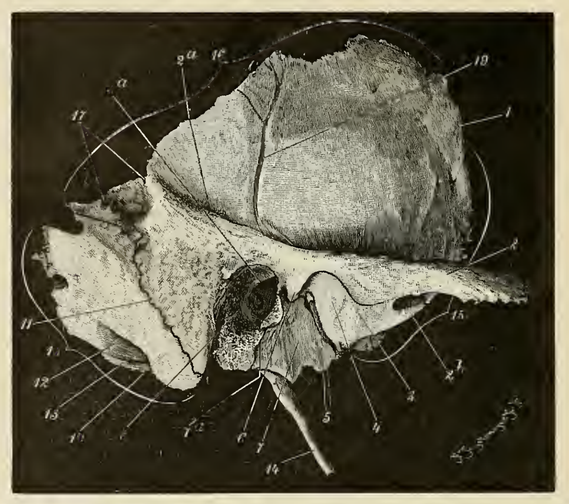


Fig. 23. Laterale Seite des rechten Schläfebeins vom Erwachsenen. *1* Schuppe. *2* Processus zygomaticus; *2a* hintere Wurzelkante desselben (Linea temporalis); *2b* vordere Wurzelkante (Crista infratemporalis); dahinter *3* Tuberculum articulare. *4* Fossa mandibularis. *5* Processus inferior tegminis tympani. *6* Conus articularis. *7* Os tympanicum; *7a* [dessen] Crista petrosa. *8* Porus acusticus externus; *8a* der innere Rand seiner oberen Wand, Margo tympanicus der Schuppe; darunter Teile der Labyrinthwand der Paukenhöhle, sichtbar oben Fenestra ovalis, darunter Fossula rotunda, vorn von beiden das Promontorium. *10* Processus mastoideus. *11* Sutura petrosquamosa. *12* Incisura mastoidea. *13* Sulcus pro art. occipitali. *14* Processus styloideus. *15* Margo sphenoidalis. *16* Margo squamosus (parietalis). *17* Incisura parietalis. *18* Margo occipitalis. *19* Sulcus arteriae temporalis mediae.

der Margo fissurae (Fig. 31 *20*, Fig. 23). Der vordere mehr halbcylindrische Grenzwulst, Tuberculum articulare (Tub. art. antic., Fig. 31 *2*, Fig. 30 *2*), beginnt unter dem Vorderrande der Jochplatte und zieht hier genau transversal; von da ab, wo derselbe die Schädelbasis selbst trifft, läuft er medial-rückwärts und endet niedrig unter

der Ecke, in welcher der Margo sphenoidalis und der Margo fissurae zusammentreffen. Beide Abteilungen werden durch eine variable Furche einigermaßen voneinander getrennt (Fig. 31 bei *2*). Ein kleines dreiseitiges Feld vor der medialen Abteilung des Tuberculum articulare dient zur Ergänzung des Planum infratemporale (s. Außenfläche der Schädelbasis und Fig. 30 *2'*). Die vordere Hälfte der Fossa mandibularis

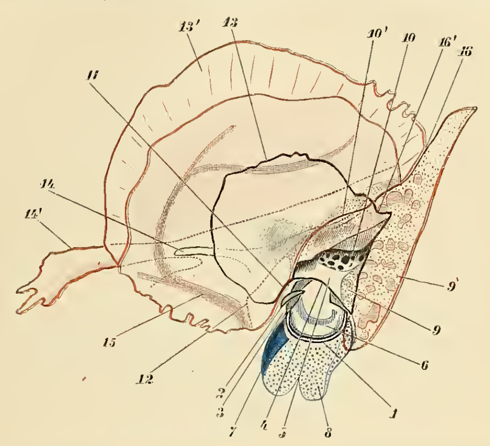


Fig. 24. Halbschematische Darstellung der Wachstumsverhältnisse des Schuppenteils und Paukenteils. Ansicht beider von innen. Der Zustand, wie er beim Neugeborenen vorliegt, ist durch schwarze scharf hervorgehobene Konturen dargestellt. Die von diesem Stadium bis zum definitiven Zustand beim Erwachsenen erfolgte Größenzunahme der Knochen ist für den Schuppenteil rot, für den Paukenteil blau ausgeführt. Dabei wurde die Isolierung des Schuppen- und Paukenteils von dem Petrosum, soweit diese beim Erwachsenen untereinander synostotisch verbunden sind, durch einen genau den am Präparat markierten Nahtlinien entlang geführten Sägeschnitt ausgeführt. Die Sägeschnittflächen sind am Tympanicum blau, am Squamosum rot punktiert. Die seit dem 8. Fötalmonat vom weiteren Wachstum ausgeschlossenen Teile sind: *1* Sulcus tympanicus. *2* die Spinae tympanicae und die beide verbindende Crista spinarum. *3* Sulcus malleolaris des Os tympanicum und dessen Ansätze an *4* Margo tympanicus der Schuppe. *5* Planum epitympanicum derselben.

Durch nachträgliches Wachstum hinzugekommene Teile des Tympanicum sind: *6* die unteren Dreiviertel der Wand des äußeren Gehörgangs. *7* der rinnenförmig gehöhlte, die vordere untere Wand des Canalis tubarius bildende und *8* der zur Crista petrosa ausgewachsene, vom Petrosum abgesägte Teil (letzterer blau punktiert).

Durch nachträgliches Wachstum der Schuppe entstandene Dimensionen sind durch Zahlen mit einem ' bezeichnet. Dieselben einfachen Zahlen bedeuten die analogen Teile beim Neugeborenen. *9, 9'* Pars mastoidea. *10, 10'* Margo petrosus. Die zwischen *9* und *10* liegende zellige Beschaffenheit ergreift später die ganze Pars mastoidea *9'*. *11, 11'* Margo fissurae. *12* die punktierte Linie grenzt das Feld ab, entlang dem eine Verwachsung des Tegmen tympani mit dem Schuppenteil nicht eintritt, sondern nur eine Anlagerung. *13, 13'* Margo (parietalis). *14, 14'* Processus zygomaticus. Die von *14'* aus gezogene punktierte Linie giebt den ungefähren Verlauf der Linea temporalis (obere Jochbogenwurzel) auf der Außenseite der Schuppe wieder. Entlang derselben macht sich die Abknickung der Schuppe in zwei fast rechtwinklig zu einander gestellte Teile. Das hell gelassene Feld liegt im Bereich der Schädelbasis, das rot bemalte im Bereich der Seitenwand der Schädeldecke. *15* Sulcus pro arteria meningea media. *16, 16'* Incisura parietalis.

bis auf den Scheitel des Tuberculum articulare [anticum] hat Knorpelüberzug und bildet die Gelenkfläche für den Unterkiefer (Facies articularis, s. Kiefergelenk).

Der Ohrteil der Schuppe trägt deren sämtliche Verwachsungsränder, und zwar an ihrer inneren (oberen) Seite die für die Pars petrosa, an ihrer äußeren (unteren) Seite die für das Os tympanicum. Dies ging schon aus den bisher gemachten Angaben hervor. Während der schärferen Abknickung der Schädelbasis gegen die Schädeldecke stellt sich die Fläche der Ohrplatte mehr horizontal. Ihr Paukenfeld, nunmehr die obere Fläche, bildet dann den Boden eines Stücks der Mittelohrhöhle (Recessus epitympanicus, Fig. 19 *16*, Fig. 36 *6*), ihr Gehörgangsfeld, nunmehr die untere Fläche, wird zur Decke des äußeren Gehörgangs (dessen untere Wand vom Os tympanicum auswächst, S. 162, und sich unter ihr lateralwärts vorschiebt).

Bezüglich der Entwickelung des Paukenfelds wurde das Nötige bereits erwähnt. Ein Vergleich der Fig. 21 und Fig. 22, Fig. 24 und deren Erklärung geben direkt allen weiteren Aufschluß. Am Gehörgangsfeld vollziehen sich zwar keine Neugestaltungen, aber eine Vergrößerung durch Zuwachs an seiner lateralen (der Greuzkante zwischen Schädelbasis und Decke anliegenden) Seite. Eine eigene Abgrenzung desselben gegen die Linea temporalis entwickelt sich häufig in Form einer sagittalen Kerbe, Löchergruppe oder einer bis zu 2 mm tiefen Kluft, unterhalb der ein Knochenplättchen vorragt, Tuberculum supra meatum (Processus auditorius). In transversaler Richtung ist das Gehörgangsfeld um die Länge des Margo fissurae kürzer als die Fossa mandibularis.

Bezüglich des Wachstums giebt Fig. 25 und deren Erklärung jeden nötigen Aufschluß.

Varietäten. In der Schuppennaht zwischen Parietale und Squama findet sich sehr häufig ein platter Schaltknochen oder statt dessen eine ganze Reihe kleinerer Plättchen, die manchmal auf Kosten der Ausdehnung der Schuppe vergrößert getroffen werden. — Vom vorderen Schuppenrande aus schiebt sich zuweilen ein Knochenfortsatz (Processus frontalis squamae [Gruber]) zwischen Parietale und Ala temporalis des Keilbeins durch bis zum Stirnbein vor. Derselbe findet sich bei manchen Säugetieren, Nagern, anthropoiden Affen, typisch. Beim Menschen entsteht er dadurch, daß ein Schaltknochen der vorderen Seitenfontanelle mit dem Schuppenteil allein verwächst, anstatt den vorderen unteren Winkel des Os parietale zu bilden. Bei Negern fand Allmen (citiert von Gruber) ihn auffallend häufiger als bei Amerikanern.

Vergleiche hierüber auch: Meckel, Patholog. Anatomie, Bd. I S. 341; Henle, Handbuch, Bd. I. S. 134; Gruber, Abhandlungen aus der menschl. und vergleichenden Anatomie, Petersburg 1852; derselbe, Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg, Sér. VII Bd. XXI, 1875; Virchow, Abhandlungen der Berliner Akademie 1875 (Nahtknochen); Stieda, Archiv f. Anthropologie, Bd. XI.

Eine Quernaht der Schuppe, welche auch ich einmal beobachtete, beschreibt: Meckel, Pathologische Anatomie, Bd. I S. 339; Gruber, Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie, Petersburg 1852.

Ein Durchtrittsloch für einen Zweig der Art. mening. media zur Schläfengrube ist beschrieben von Gruber, Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie, Petersburg 1852.

Ein Loch oberhalb des Jochbogens erwähnt HENLE, Handbuch der Anatomie, Bd. I S. 134.

Ein unter der hinteren Jochbogenwurzel (medial vom Conus articularis) gelegenes Loch, das in einer Furche längs der Sutura petrososquamosa mündet und durch das sich der Sinus petrososquamosus in die Vena jugularis externa ergießt, nennt LUSCHKA Foram. jugulare spurium, da es als Emissarium der primitiven Vena jugularis interna angesehen wird, vergl. Fig. 89 *13*; LUSCHKA, Foramen jugulare spurium, Zeitschrift f. rationelle Medizin 1859.

2) Der Paukenteil wird durch starkes Wachstum seiner äußeren Randpartien schließlich zu einer aufwärts offenen Röhre, deren Längsrichtung die Ebene des Sulcus tympanicus in sehr spitzem Winkel schneidet. Die Einzelheiten dieses Vorgangs sind folgende. Der als Margo cristae petrosae bezeichnete konvexe Rand des Annulus tympanicus verwächst zunächst mit dem Rande des Fundus tympani des Petrosum (s. u.); beim Weiterwachsen überschreitet er diese Verwachsungslinie und erhebt sich zu einem scharfen, abwärts vorragendem mit zwei konstanten längeren Zacken (eine vor dem Processus styloideus, eine zwischen unterer Oeffnung des carotischen Kanals und medialer Oeffnung des Canalis tubae, s. S. 173), versehenen Knochenkamm, Crista petrosa (untere Kante der Schläfebeinpyramide, Fig. 30 *7*). Gleichzeitig verlängern sich die Crista tympanica und die zwischen ihr und der Margo cristae petrosae gelegene Furche zur Bildung der unteren Hälfte des Canalis tubae (Fig. 22 *12*).

Wachstumsvorgänge der äußeren Randlippe des Sulcus tympanicus führen andererseits zur Bildung der Unterwand des äußeren Gehörgangs (Fig. 22 *11* und Fig. 23 *24*, *25*).

Dieselben nehmen ihren Ausgang von zwei weit auseinanderliegenden Höckerchen, den Gehörgangszacken, einem vorderen, Tuberculum tympanicum anticum [ZUCKERKANDL], Fig. 20 *26*), und einem hinteren [vor der Anlage des Processus styloideus gelegenen], Tuberculum tympanicum posticum (Fig. 20 wo Strich *27* das Paukenbein kreuzt, siehe auch Fig. 25 *5a* u. *5*). Beide, aber das letztere mehr, liegen von den Enden des Annulus tympanicus eine geraume Strecke entfernt. Das erstere liegt demnach weiter lateral. Die aus ihm rückwärts auswachsende platte Knochenzacke liegt in der Fortsetzung der quer zur Ebene des Paukenrings verlaufenden Krümmung des schaufelförmig verbreiterten Vorderschenkels des letzteren; ihr lateraler Rand entwickelt mit der Zeit niedrige unregelmäßige Rauhigkeiten und gehört zu dem primitiven, lateralen Rande der vorderen zwei Drittel der Unterwand des wachsenden, knöchernen, äußeren Gehörgangs.

Das Auswachsen des Tuberculum tympanicum posticum, das von Anfang an nahe der Margo cristae petrosae sich befindet, speciell derjenigen Stelle derselben, aus welcher sich ihre eine Zacke (vor dem Processus styloideus) bildet, entwickelt sich einigermaßen im Zusammenhang mit dieser letzteren. Entlang der ganzen Strecke, um welche das Tuberculum tympanicum posticum von dem Margo tympanicus der Schuppe entfernt ist, bildet sich eine starke Verdickung des Paukenteils mit unterer Rauhigkeit und einer zur Ebene des Sulcus tympanicus senkrecht gestellten, vorderen, glatten Fläche aus. Erst vom

unteren Rande der letzteren, der von der Ebene des Sulcus tympanicus lateralwärts zunehmend absteht, bilden sich vorwärts wachsende Knochenplättchen (Fig. 25, rechts von *5*), die sich (etwas medialwärts verschoben) der vom Tuberculum tympanicum anticum gewachsenen Knochenzacke anlegen und mit ihr verwachsen. Dann ist die untere Umrandung einer Oeffnung fertiggestellt, die als Meatus acusticus externus in der Seitenansicht des Schläfebeins (Fig. 23 *8*)

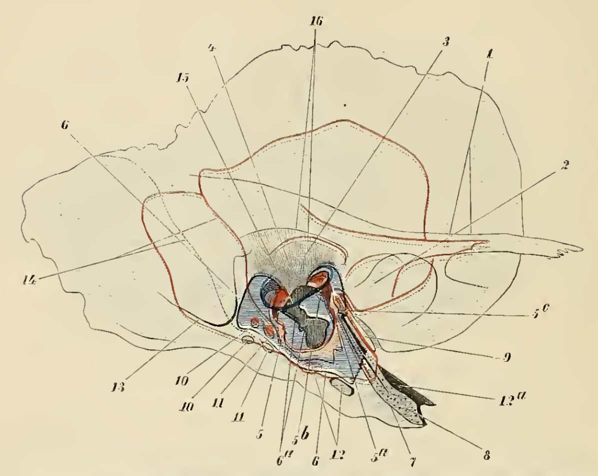


Fig. 25. Halbschematische Darstellung des Wachstums des rechten Schläfebeins, von außen besehen und etwas vergrößert. In der Figur ist eine rot ausgeführte Zeichnung des Schläfebeins vom Neugeborenen mit einer schwarz ausgeführten Zeichnung des Schläfebeins vom 4-jährigen Kinde kombiniert. Der Annulus tympanicus ist rot bemalt. Die Konturen sind nach einer photographischen Aufnahme beider Knochen fast genau wiedergegeben, die Zeichnungen aber so aufeinandergelegt, als wenn der vom Wachstum ausgeschlossene Sulcus tympanicus beider Präparate koincidierte. Der Abstand sich entsprechender Linien beider Zeichnungen ergiebt das Maß der durch Wachstum eingetretenen Oberflächenvergrößerung. Schwarz gehaltene Fortsetzung roter Linien ergiebt das Maß von deren Längenzunahme beim Wachstum. *1* Processus zygomaticus. *2* Fossa mandibularis. *3* Gehörgangsfeld der Schuppe. *4* Margo tympanicus der Schuppe. *5* Annulus tympanicus. Speciell an der bezeichneten Stelle zeigt der Annulus tympanicus an seiner konvexen Seite eine Einbuchtung, in die von hinten her der Processus styloideus sich einlegt, an seinem konkaven Rande zwei dicht zusammenstehende Knochenzäckchen, die erste Anlage der hinteren Hälfte der Unterwand des knöchernen äußeren Gehörgangs, der im 4. Lebensjahr zu dem von der schwarzen Linie *6 a* umschriebenen Umfang ausgewachsen ist. *5 a* vordere Zacke des konkaven Randes des Annulus tympanicus, von wo die erste Bildung der vorderen Hälfte der Unterwand des äußeren Gehörgangs ausgeht, deren Größe im 4. Lebensjahr dem Umfang des anschließenden von dem schwarzen breiten Kontur *6a* umschriebenen Felde entspricht. Die beiden Abteilungen der unteren Gehörgangswand, die von *5* und *5 a* ausgehen, wachsen schräg aneinander vorbei, die hintere mehr medial, die vordere mehr lateral. *5 b* Spina tympanica posterior. *5 c* Spina tympanica anterior. *6* Umriß des vom konvexen Rande des Annulus tympanicus aus entstandenen Zuwachses des Os tympanicum. Die Kontur selbst fällt mit der Ver-

wachsungsleiste des Tympanicum zusammen, die als Crista petrosa (untere Pyramidenkante) beschrieben wird und sich ausbildet in der ganzen Länge, wo der Paukenteil mit dem Petrosum verwächst, d. i. von der Gegend vor dem Warzenfortsatz bis vor den unteren Eingang in den Canalis caroticus *(12)*. *7* Untere Kante des Petrosum. Davor *8*, das punktierte Feld ist das Tubenfeld des Petrosum. Dasselbe dient der Hinterwand der knorpeligen Tuba zur Anlagerung von da ab, wo das Os tympanicum aufhört. So weit jedoch als dieses das Tubenfeld des Petrosum überragt, sind die einander zugekehrten Seiten beider Knochen rinnenartig ausgehöhlt und umfassen zusammen den Canalis tubarius osseus. Letzteres kommt in der Figur nicht besonders zum Ausdruck. *9* Processus inferior tegminis tympani. *10* Canalis facialis (Foramen stylomastoideum). *11* Loch, in dem der Processus styloideus sitzt. *12* Canalis caroticus; *12a* dessen cerebrale Mündung. *13* Processus mastoideus. *14* Sutura petrosquamosa. In der schwarz ausgeführten Zeichnung teilen sie die von Schuppe und Felsenteil gelieferten Portionen des Processus mastoideus. *15* die dunkelblaue Linie entspricht dem lateralen Umfang des primitiven tympanalen Außenrandes des äußeren Gehörgangs, der im Entstehen begriffen ist. *16* ungefähre laterale Grenze des Gehörgangsfeldes der Schuppe.

sichtbar ist, und deren obere Umgrenzung von dem dem Margo tympanicus zunächst liegenden Streifen des Gehörgangsfeldes der Schuppe resp. den daran angewachsenen Teilen des Os tympanicum gegeben ist. Der laterale Rand dieser Oeffnung, soweit das Tympanicum ihn liefert, ist zunehmend hinten rauh und verdickt, besonders bei jugendlichen Schläfebeinen, bei denen noch ein weiteres Auswachsen desselben nach der lateralen Seite vor sich geht (s. Fig. 20). Er stellt vorderhand den primitiven Außenrand der tympanalen Wand des Gehörgangs dar (Fig. 25 *15* und übrige Erklärung). Medialwärts geht er in eine dünne Knochenplatte mit scharfem medialen Rande über. Dieser Rand setzt sich fort in denjenigen Teil der äußeren Lefze des Sulcus tympanicus, welcher medialwärts von den Gehörgangszacken gelegen ist und umschließt mit ihm zunächst ein Loch. Indem dessen Ränder später einander entgegenwachsen, vervollständigen sie den noch fehlenden Teil der Wand des äußeren Gehörgangs. Dabei schließt sich das Loch nachträglich durch Zusammenwachsen der Ränder vollkommen oder bis auf eine Gruppe kleiner Spältchen*), oder kann (nach Bürkner in 19,2 Proz. der Fälle, bei Weibern häufiger als bei Männern) bis ins hohe Alter offen bleiben. Im letzteren Fall bleibt dann eine Ossifikationslücke in der Unterwand des äußeren Gehörgangs bestehen (Fig. 91 *23*). Im ersteren Fall ist zwar die untere Wand geschlossen, aber markiert bleibt regelmäßig die betreffende Stelle auch dann noch, indem sie stets die dünnste der ganzen Wand ist (Fig. 46 *II 27*), bei Betrachtung von ihrer oberen Seite als eine halbmondförmige Vertiefung lateral von der unteren Hälfte des Sulcus tympanicus erscheint, Sinus meatus (Fig. 46 *II 27*, Fig. 36 *11*) und von feinen Löchern meistens siebförmig durchbrochen ist (Fig. 41 *28*).

Der von den Gehörgangszacken aus gewachsene Wandteil ist in ausgerundetem stumpfen Winkel zur Wand dieser Grube mehr horizontal gestellt. Dadurch resultiert die später immer deutlichere, abwärts konkave Krümmung der ganzen Wand in der Richtung der Längsachse der Pyramide.

Der durch den primitiven tympanalen Außenrand gelegte Querschnitt des äußeren Gehörganges hat den Umfang einer plattgedrückten,

*) Der Schluß des Randes soll sich in der Regel im 2. Lebensjahr, der des Loches im 5. Lebensjahr vollziehen (Bürkner, Zuckerkandl).

hinten unten breiteren Ellipse, deren Längsachse zunächst noch zusammentrifft mit einer Linie, die von der Wurzel des Processus styloideus (Fig. 30 *13*) zum hinteren Rande des Conus articularis (Fig. 30 *4*) gezogen wird. Der ebenso gelegte Durchmesser beträgt 7,5—8 mm, der dazu quere 5 mm.

Dieses Verhältnis findet sich noch um das 12. Lebensjahr. Der vollständig von Knochen umfaßte Teil des Gehörganges ist also noch sehr kurz, bei weitem nicht so weit lateralwärts vorgeschoben wie das Gehörgangsfeld der Schuppe. Eine Verlängerung der tympanalen Wand des Gehörganges erfolgt nunmehr durch Apposition von Knochensubstanz an die laterale Seite des primitiven Außenrandes. Dabei verschiebt sich das vordere Ende des Randes entlang der Hinterseite des Conus articularis, das hintere Ende entlang der Vorderfläche der zum Processus mastoideus (Fig. 30) ausgewachsenen Teile, also entlang lateralwärts divergierenden Knochenflächen. Die dazwischenliegende Randpartie verbreitert sich gleichzeitig und legt sich beim lateralen Weiterwachsen nach unten um. (Ueber die von Thiem beschriebenen Geschlechtsunterschiede der Crista petrosa lateral vom Processus styloideus siehe die Geschlechtsdifferenzen des Schädels.)

So kommt es, daß alle lateral vom primitiven tympanalen Außenrand hinzugekommenen Teile des Gehörgangs um so weiter sind, je mehr lateral sie liegen. Der äußere Gehörgang ist demnach gegen seine laterale Oeffnung hin trichterförmig erweitert. Schaut man von außen in denselben hinein, so läßt sich seine Innenfläche hinten und oben stets bis zum Ende des Ganges, vorn und unten hingegen gewöhnlich nur etwa in halber Länge bis zur lateralen Grenze der halbmondförmigen Vertiefung der Wand, dem Sinus meatus, übersehen. Die letztere und der daran liegende Rand des Sulcus tympanicus aber sind durch die Konvexität der tympanalen Gehörgangsfläche der Anschauung entzogen.

Die in lateraler Richtung erfolgende Verlängerung der tympanalen Gehörgangswand ist individuell wechselnd groß. Meist macht sie Halt, ehe die letztere sich bis unter die laterale Grenze des Gehörgangsfeldes der Schuppe vorgeschoben hat. In Fällen, in welchen die Verlängerung aber bis zu dieser Grenze entwickelt ist, findet man den lateralsten Teil der Pars tympanica nicht mehr in Verwachsung mit den gegenüberliegenden lateralen Flächen des Processus mastoideus und des Conus articularis.

Eine solche ungewöhnlich lange tympanale Wand des äußeren Gehörgangs besitzt das in Fig. 30 dargestellte Präparat.

Die in etwa frontaler Ebene in der Längsachse des Gehörganges als Luftlinie gemessene Distanz der Punkte des Sulcus tympanicus und des Rivini'schen Ausschnittes von entsprechenden Punkten des äußeren Randes des Meatus auditorius externus schwankt bei Erwachsenen (nach meinen Messungen) am Knochen von 12—16,5 mm. Nach Messungen, die ich an 11 jederseits durch den Porus acusticus externus frontal durchsägten, ausgewachsenen Schädeln in Bezug auf die Länge des äußeren Gehörganges gemacht habe, stellt sich heraus, daß die Wände des letzteren in jeder Längsschnittebene in Luftlinie (bis auf halbe Millimeter) dieselbe Länge haben. Da kaum anzunehmen ist, daß dieses Ergebnis ein Zufall sei, folgt daraus, daß häufig die äußere Umrandung des Meatus am Knochen etwa in derselben Ebene verläuft, wie der Sulcus

tympanicus, die Neigung der durch beide gelegten Ebenen zur horizontalen demnach annähernd gleich ist und aus der Neigung der ersteren auf die der letzteren einigermaßen geschlossen werden kann, doch fehlen ausgedehntere Untersuchungen hierüber.

Das Os tympanicum bleibt bei vielen Tieren zeitlebens ein selbständiger Knochen. Bei vielen Säugern (Nagern, Raubtieren, Insektenfressern und Wiederkäuern) wird der medial vom Sulcus tympanicus gelegene Teil zu einer dick aufgeblasenen Knochenkapsel (Bulla ossea).

3. Das Felsenbein, Os petrosum (Pars petrosa, A. G.).

Synon.: Petrosal (OWEN); Inrupéal (GEOFFROY).
Englisch: The petrous portion. Französisch: Rocher (portion pierreuse).
Italienisch: Porzione petrosa.

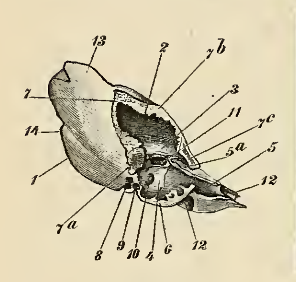
Wenn man sich alle Unebenheiten der Oberfläche des knöchernen Felsenbeins ausgeglichen denkt, wie dies während seiner definitiven Ausbildung in zunehmendem Grade wirklich einigermaßen geschieht, so würde etwa vom 6. Fötalmonate an seine Gestalt einer auf die eine Seitenkante gestellten, vierseitigen Pyramide vergleichbar sein, deren Grundfläche schräg zu ihrer Höhe gestellt ist.

Unter Zugrundelegung dieser Form werden bei der Beschreibung desselben 5 Flächen unterschieden. Diejenige, die der Grundfläche der Pyramide entspricht, die Warzenfläche, Facies mastoidea (Fig. 26 *1*), liegt an der lateralen Seite des Schädels frei vor. Die den Seitenflächen entsprechenden anderen konvergieren medial vorwärts zu der stumpfen Spitze, Apex pyramidis, liegen an der Schädelbasis und stehen sämtlich schräg zur Horizontalebene. Ihre vier Kanten werden als obere (Fig. 28 *9*, *1*, *18*), vordere (Fig. 29 bei *17*, *3*), hintere (Fig. 22 *11*), und untere (Fig. 26 zwischen *7* und *12*) bezeichnet (siehe auch Fig. 19).

Der vorderen und hinteren Kante schließen sich die benachbarten Knochen der Basis an. Von den Flächen sind die zwei oberen, eine vordere und eine hintere der Schädelhöhle zugekehrt (cerebrale Flächen, Fig. 28). Von den unteren ist die hintere sehr unregelmäßig gestaltet, an der Außenseite der Schädelbasis sichtbar; die vordere entspricht der für sie vorausgesetzten Lage zwischen vorderer und unterer Pyramidenkante am isolierten Felsenbein am wenigsten, weil dieses zwischen den genannten Kanten fast in ganzer Länge durch die Mittelohrhöhle, Cavum tympani, Paukenhöhle (Fig. 26, Fig. 45 *A*, *B*, Fig. 41, Fig. 42) ausgehöhlt ist. Die fehlende Fläche wird indes am ganz gelassenen, fertigen Schläfebein durch die Platte des Os tympanicum und einen schmalen Streifen vom Margo petrosus und durch den Ohrteil der Schuppe ergänzt (Fig. 19), hierdurch gleichzeitig eine vordere (untere) Wand der Paukenhöhle geschaffen. Indem dann die am kindlichen Schläfebein der unteren Kante des Petrosum anliegende Margo cristae petrosae ossis tympanici wirklich zur Crista petrosa auswächst, erscheint letztere nunmehr als unterste Kante des vereinten Felsen- und Paukenbeins, die man kurz als Schläfebeinpyramide bezeichnet, ist aber nicht identisch mit der unteren Kante des Felsenbeins, die gewöhnlich bis zur Unkenntlichkeit mit der hinteren Fläche des Tympanicum verschmolzen ist, in selteneren Fällen als Leistchen hinter ihm durch

eine Kerbe isoliert bleibt. Nur ein medialstes Stück (Fig. 26 abwärts von *5*) der Unterkante des Petrosum (welches von der Vorderwand des Canalis caroticus getragen wird) bleibt zeitlebens frei und geradlinig.

Für die Zusammenfügung des Squamosum und Tympanicum mit dem Petrosum dienen die die Paukenhöhlung des letzteren einfassenden drei Ränder, die am übersichtlichsten am Petrosum des Neugeborenen (Fig. 26 *I* u. *II*), wo sie leicht frei zu machen sind, aber auch in sehr ähnlicher Weise am künstlich isolierten Petrosum des Erwachsenen (Fig. 27) sich zu erkennen geben.



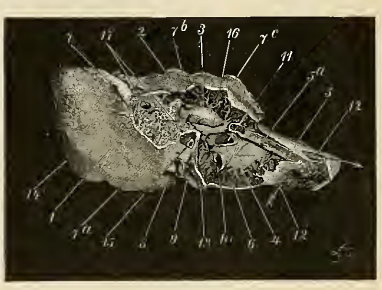


Fig. 26 I. Fig. 26 II.

Fig. 26. Das isolierte Os petrosum der rechten Seite I. des 8-monatlichen Foetus und II. des $1^1/_2$-jährigen Kindes von der lateralen Seite und ein wenig unten gesehen. *1* Superficies mastoidea. *2* Cella epitympanica. *3* horizontaler Bogengangwulst. *4* Cella tympani. *5* Canalis tubae, daran oben *5a* der Sulcus pro tensore tympani. *6* Boden der Paukenhöhle (Solum tympani), deren dem Beschauer zugewandter etwa halbkreisförmiger Rand mit dem Paukenring verwächst. *7* Rand, dem der Schuppenteil anliegt, punktiert, soweit als später die Verbindung verknöchert, bei *7a* für den Processus postauditorius (Thane); *7b* Rand des Tegmen tympani; *7c* Furche an der Vorderseite des Tegmen tympani, in welche der Schuppenrand sich legt, ohne zu verwachsen. *8* Canalis facialis (For. stylomastoideum). *9* Loch, in welchem die knorpelige Wurzel des Processus styloideus saß. *10* Fenestra rotunda, daneben rechts Promontorium. *11* Fenestra ovalis. *12* Die beiden Oeffnungen des Canalis caroticus. *13* obere Kante der Pyramide. *14* Margo occipitalis.

Zusatz zu II. Linear vergrößert 48,5/43,5. *15* im oberen Ende der Röhre für den Processus styloideus der erste Knochenpunkt des letzteren. Die Röhre ist hier künstlich geöffnet; die dabei abgesprengten Teile ihrer Wand finden sich am Proc. postauditorius (in Fig. 2) dargestellt. Sie ist die Anlage des Sinus posterior der Paukenhöhle, ihre wahre nach oben gerichtete Oeffnung in diese ist hier näher zu sehen. *16* Wulst des Canalis facialis. *17* eine sehr dünne, von dem sich ausdehnenden Antrum mastoideum unterhöhlte Knochenlamelle, welche die Cellulae petrosae (mastoideae) von den Cellulae squamosae trennt. *18* Lamina vaginalis processus styloidei.

Die Mittelohrhöhle des Petrosum eilt nämlich in der Vollendung ihrer definitiven Größe und Form, ebenso wie die betreffenden Teile des Schuppenteils und Paukenteils (s. S. 159) und gewisse Teile der Labyrinthkanäle (s. unten) der Ausbildung der übrigen Teile des Petrosum weit voraus. Die Geräumigkeit der Höhle und gewisse Reliefverhältnisse ihrer Wand verändern sich daher während der postembryonalen Entwickelung nur noch ganz unmerklich. Die beim Vergleich des Petrosum Erwachsener mit dem älterer Föten beobachteten

Unterschiede gelten nicht ohne weiteres für ein und dasselbe Individuum, sondern sind durch ihr inkonstantes Auftreten größtenteils als individuelle Varianten zu betrachten. Die durchstehenden, konstanten, funktionell wichtigen Verhältnisse sind schon am jugendlichen Knochen in voller Deutlichkeit ausgeprägt, zeigen nur sehr geringe individuelle Unterschiede und nicht die wechselnden Komplikationen Erwachsener. Man lernt daher das Wesentliche vom Unwesentlichen zu trennen, wenn man die Paukenhöhlen kindlicher Schläfebeine mit denen Erwachsener vergleicht und als Ausgangspunkt der Beschreibung für deren Verhältnisse die ersteren wählt.

Da die Paukenhöhlung die ganze Höhe einer Seite des Petrosum besitzt, ist die aufwärts und abwärts von ihr vorhandene Knochensubstanz je auf eine dünne Knochenplatte reduziert. Von diesen bildet die obere die Decke der Höhle, Tegmen tympani (Paries tegmentalis, Fig. 45 *A*, *9*, Fig. 26, *7b*, Fig. 27 *4* bis *7*) und trägt einen Rand (Fig. 26 zwischen *7* u. *7c*), der mit der vorderen Kante der Pyramide identisch ist; die untere bildet den Boden der Paukenhöhle, Fundus tympani (Solum tympani, Paries jugularis, Fig. 45 *A 10*, Fig. 26 *6*), ihr Rand ist die laterale bogenförmig verlaufende Hälfte der unteren Kante des kindlichen Felsenbeins. Lateralwärts reicht die Paukenhöhlung bis zur Superficies mastoidea, mit der sie entlang einem winklig gebrochenen, rauhen Randstreifen der letzteren (Fig. 26 *7*—*7a*) zusammen stößt. Dieser bildet mit der oberen und der unteren Pyramidenkante, mit deren lateralen Enden

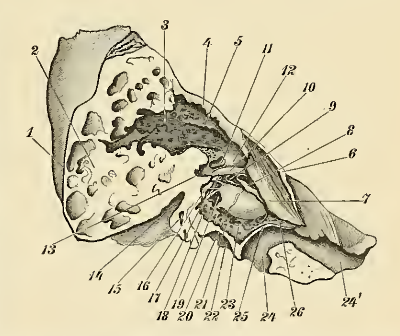


Fig. 27. Os petrosum des Erwachsenen künstlich entlang den Verwachsungslinien mit dem Squamosum und Tympanicum von diesen abgesägt. Ebenso ist die Vorderwand des Canalis caroticus entfernt worden. Die Schnittflächen des Knochens sind weiß gelassen. *1* Umriß des Processus mastoideus. *2* Dessen Schnittfläche mit einigen Cellulae mastoideae. *3* Antrum mastoideum. *4* Tegmen tympani, Schnittfläche, entlang der es, weil es mit dem Margo petrosus verwachsen war, von diesem abgesägt ist. *5* Leiste an der unteren Seite des Tegmen tympani. *6* freier Rand desselben, der sich, ohne zu verwachsen, über die Schuppe legt. *7* Processus inferior tegminis tympani. *8* laterales Ende des Septum tubae (Processus cochleariformis); darüber der Sulcus pro tensore tympani von dem Processus inferior tegminis tympani medialwärts verdeckt. *9* Fenestra ovalis. *10* Prominentia canalis facialis; darüber die Prominentia epitympanica; *11* deren Sulcus incudis; *12* Prominentia canalis semicircularis ext. *13* Sinus posterior. *14* unterster Teil des Canalis facialis, angeschnitten. *15* Reste der Röhre für den Processus styloideus (letzterer davor schräg abgeschnitten). *16* Lamina vaginalis processus styloidei. *17* Sinus tympani. *18* Eminentia stapedii. *19* Eingang zur Fossula (fenestra) rotunda. *20* Promontorium mit Furche für den Nerv. tympanicus. *21* Solum tympani (Scheidewand der Paukenhöhle und der *22* Fossa jugularis. *23* Furche, die das Promontorium abgrenzt. *24* aufsteigender, *24'* horizontaler Schenkel des Canalis caroticus. *25* Scheidewand zwischen Paukenhöhle und Canalis caroticus, dessen Vorderwand entfernt ist, bis auf den kleinen Rest, der bei *26* den Uebergang der Paukenhöhle in den Canalis tubarius trägt.

er zusammentrifft, die, nur medialwärts durch die Tubenöffnung unterbrochene (Fig. 26 *5*) Umrandung der Paukenhöhlung, welche zugleich den Verbindungsrand des Petrosum mit dem Squamosum und Tympanicum darstellt. Es verbindet sich nämlich: 1) der Rand des Fundus tympani (Fig. 26 *6*) mit der Margo cristae petrosae des Tympanicum; 2) der Rand der Superficies mastoidea des Petrosum mit dem Margo mastoideus der Schuppe nachträglich synostotisch; 3) der Rand des Tegmen tympani verwächst in seiner lateralen Abteilung entlang dem Margo petrosus der Schuppe, über den er sich flach hinüberschiebt, mit dieser. Die mediale Partie seines Randes, welche gegenüber dem Margo fissurae der Schuppe liegt (desgleichen manchmal ein kleines Stück entlang dem Vorderrande des Planum epitympanicum der Schuppe) verwächst niemals, sondern trägt eine glatte Furche (Fig. 26 *7c*, Fig. 27 zwischen *6* u. *7*), in welche von vorn her der Margo fissurae der Schuppe sich einlegt. Die anfangs unscheinbaren Ränder dieser Furche wachsen später zu Platten aus (Fig. 27); eine derselben schiebt sich horizontal über die cerebrale Fläche der Schuppe hin (Fig. 22, das Feld zwischen *4* u. *5*); die andere, senkrecht gestellt, schiebt sich zwischen Margo fissurae und Vorderschenkel des Tympanicum, also durch die Fissura squamosa tympanica hindurch, Processus inferior tegminis tympani, Fig. 27 *7*, so daß ihr unterer Rand an der Unterseite des Schläfebeins sichtbar wird (Fig. 20 *21*, Fig. 30 *8*) und die Fissur der Länge nach geteilt wird in eine vordere Hälfte, die bleibende Abteilung der Fissura petrosquamosa, und eine hintere, welche in die Paukenhöhle führt, Fissura petrotympanica (Fissura Glaseri). Im Verlauf der letzteren findet sich konstant eine Erweiterung zunächst der Crista spinarum des Tympanicum. Ihr medial von letzterer und deren Spina tympanica anterior [Henle] (Fig. 30 *5*) gelegener Teil entspricht dem Sulcus malleolaris des Tympanicum (Fig. 22 *15*), dem gegenüber eine Furche im unteren Rande des Processus inferior tegminis tympani (für die Chorda tympani) medialwärts zieht (Fig. 30 *8*).

Der lateral von der Crista spinarum gelegene Teil der Fissur nimmt nicht immer an der Erweiterung teil. Eine durch diesen eingeführte Sonde führt direkt in den Recessus epitympanicus (vgl. Fig. 21, Fig. 22 und Fig. 20). Das mediale Ende des Processus inferior tegminis tympani bleibt vom medialen Ende des Fundus tympani durch eine Lücke getrennt, durch welche eine furchenförmige Fortsetzung der Paukenhöhlung, Semicanalis tubae (Fig. 26 *5*), auf der Vorderseite einer sehr dünnen Knochenplatte (= Vorderwand des Canalis caroticus) bis in die Nähe der eigentlichen Spitze des Petrosum hinzieht. Die Lücke wird überbrückt von dem Sulcus tubarius ossis tympanici (Fig. 21 *15*, Fig. 20 *24*) und hierdurch in einen kurzen Kanal, Canalis tubae, verwandelt, der sich später verlängert, indem die seine Vorderwand bildenden Teile, nämlich der Sulcus tubarius (Fig. 22 *12*, Fig. 24 und deren Erklärung *7*), und das Tegmen tympani, medialwärts auswachsen.

Der mediale Rand des fertig entwickelten Processus inferior tegminis tympani des Erwachsenen ist meist durch senkrechte Spalten in Blätter zerlegt, die in entsprechende Spalten der Spina angularis des Keilbeins sich einfügen. Indem die Spalten bis auf die obere Fläche des Tegmen tympani durchgehen, geben sie dem medialen Ende derselben oft ein zersplittertes Ansehen. Das hinterste der Blätter steht

dem oberen Rande des Sulcus tubarius oss. tympanici gegenüber und verwächst zuweilen mit ihm. — Der Verlauf des Vorderrandes des Tegmen ist entweder mehr gerade, oder aber häufiger in zwei Schenkel stumpfwinklig geknickt an der Stelle, wo eine Verwachsung mit dem Schuppenteil aufhört. Der mediale nicht verwachsende Randteil steht dann parallel der Längsachse der Pyramide, der laterale ist gegen die Incisura parietalis gerichtet.

Schuppen- und Paukenteil sind miteinander schon zur Zeit der normalen Geburt verwachsen. Gleichzeitig beginnt die Naht zwischen Felsen- und Schuppenteil zu obliterieren in der untersten Partie der Sutura squamosomastoidea, die zwischen Processus postauditorius und Rand der Superficies mastoidea gelegen ist; nachher obliteriert der hinter der Incisura parietalis gelegene Teil der Nahtspalte, dann erst der übrige. Die Verwachsung des Tympanicum mit dem Petrosum beginnt schon kurz vor der Geburt.

Die Oberfläche der Felsenbeinpyramide. Die als Grundfläche der Pyramide beim Neugeborenen vorhandene fast ebene Facies mastoidea stellt ein verschobenes Rechteck dar, welches mit den oberen (cerebralen) Seitenflächen des Knochens in scharfer, mit der hinteren unteren Fläche und der Paukenhöhlung aber in stumpfen Kanten zusammenstößt. Hinter einer winkligen Knickung ihrer Grenzkante gegen die Paukenhöhlung, speciell hinter deren Verbindungsfläche für den Processus postauditorius der Schuppe findet sich ein zunächst undeutlicher breiter Wulst, der vom 2. Jahre nach der Geburt an, rückwärts und abwärts aus der Fläche sich zum Warzenfortsatz, Processus mastoideus, zu erheben beginnt (Fig. 26 zwischen *7a* und *1*). Die Kante zwischen Warzenfläche und vorderer oberer (cerebraler) Fläche dient dem rückwärts von der Incisura parietalis gelegenen Teil der Schuppe zur Verwachsung (Fig. 26 *13*). Die Kanten zwischen ihr und den beiden hinteren Seitenflächen bilden zusammen den Margo occipitalis (Fig. 26 *14*). Derjenige Teil des letzteren, der zwischen hinterer oberer Pyramidenseite und Facies mastoidea gelegen ist, wächst später zu einer größeren Platte aus. Diese zusammen mit den sonstigen Derivaten der Facies mastoidea wird von manchen Autoren als Pars mastoidea des Schläfebeins beschrieben. (Der Name umfaßt beim Erwachsenen alle in der lateralen Wand des Schädels hinter der Verbindungslinie des äußeren Gehörgangs mit der Incisura parietalis gelegenen Teile des Schläfebeins). Man unterscheidet an ihr außer den schon genannten Rändern eine cerebrale und eine äußere Fläche. Die vorderste Partie der letzteren wird vom Processus postauditorius der Schuppe geliefert, der mit dem vordersten Rand der Superficies mastoidea der Regel nach beim Erwachsenen vollkommen verschmolzen ist und mit ihm zusammen den Warzenfortsatz, Processus mastoideus, entwickelt, der in Form eines außen ovalen, abwärts spitzeren Wulstes allmählich aus der Fläche hervorgeht und mit frei herabragendem, mehr oder weniger scharfem Rande endigt. Seine mediale Seite ist abgeplattet und durch einen tiefen Einschnitt (in welchem der Musculus biventer maxillae inferioris entspringt), Incisura mastoidea (Fig. 23 *12*), von der unteren Partie der Warzenfläche isoliert. Der rück-abwärts von dieser gelegene, der Schädelbasis angehörige Teil der Außenfläche ist entlang dem Margo occipitalis von einer Arterienfurche, Sulcus pro arteria occipitali durchzogen (Fig. 23 *13*). Auf-

wärts von ihrem hinteren Ende ist die hier durch unregelmäßige Rauhigkeiten und Furchen ausgezeichnete Partie der Außenfläche von einem Loch durchbohrt, Foramen mastoideum (Fig. 89 *33*), welches in einen schräg vorwärts den Knochen durchbohrenden Kanal führt, der an der cerebralen Fläche (in den Sulcus sigmoideus, Fig. 49) mündet. An Stelle des Lochs an der Außenfläche kann eine Incisur des Hinterhauptrandes das äußere Anfangsstück des Kanals bilden, das dann in die Naht zwischen Hinterhaupt und Schläfebein eingeschlossen ist.

Die cerebrale Fläche des Warzenteils ist durch den Ursprung der oberen Kante der Pyramide in ein kleineres, vorderes, mit der oberen vorderen Fläche der Pyramide zusammenhängendes Feld hinter der Incisura parietalis und einen größeren, an die hintere cerebrale Pyramidenfläche stoßenden Abschnitt zerlegt. An der Grenze der beiden letzteren findet sich eine breite Furche von rechts schwach S-förmiger (links umgekehrt S-förmiger) Krümmung, Fossa sigmoidea (Fig. 28 *10*), die von wechselnd hohen Knochenkanten je nach ihrer Tiefe eingefaßt sein kann und dem Ursprung des Processus mastoideus gegenüberliegt. Wo der Margo occipitalis die Grenzlinie



Fig. 28. Rechtes Schläfebein des Erwachsenen. Cerebrale Oberfläche. *1* Sutura petrosquamosa entlang der vorderen Kante der Pyramide. *2* Incisura parietalis. *3* Schuppe. *4* Tegmen tympani. *5* Apertura superior canaliculi tympanici mit anschließender Furche. *6* Porus acusticus internus. *7* Rest der Fossa subarcuata. *8* Apertura externa aquaeductus vestibuli. *9* Sulcus petrosus superior entlang der oberen Kante der Pyramide. *10* Fossa sigmoidea (Sulcus transversus). *11* Incisura jugularis. *12* Stelle der Eminentia arcuata. *13* Apertura externa aquaeductus cochleae. *14* Sulcus pro arteria meningea media. *15* Margo sphenoidalis. *16* Margo parietalis. *17* Margo occipitalis. *18* hintere Kante der Pyramide. *20* Semisulcus petrosus inferior. *21* Hiatus canalis facialis.

der Schädelbasis überschreitet, tritt eine Aenderung der Gestaltung des Knochenrandes ein.

Die obere Kante der Pyramide dient einem Teil des Tentorium cerebelli zum Ansatz und ist die Fortsetzung einer den oberen Rand des Sulcus transversus des Occipitale bildenden Knochenkante; sie grenzt das obere Endstück der Fossa sigmoidea von vornher ab. Von letzterem aus folgt ihr eine Furche, Sulcus petrosus superior (Fig. 28 *9*), für den gleichnamigen Blutleiter der harten Hirnhaut. Am kindlichen Schläfebein ist sie in der Mitte ihrer Länge durch einen queren senkrechten Einschnitt unterbrochen, der auch die beiden cerebralen Flächen der Pyramide trifft und lateralwärts in eine Grube, Fossa subarcuata führt. Der obere bogenförmige Rand derselben ist glatt, wie gedrechselt und die Außenseite des oberen Bogengangs des Labyrinths, des Gehörorgans (Fig. 29 *14*). In der Grube sitzt ein Fortsatz der harten Hirnhaut. Nach der lateralen Seite ist sie noch in der letzten Hälfte des 6. Fötalmonats durch einen knorpeligen Pfropf verschlossen, welcher von der um diese Zeit noch knorpeligen oberen lateralen Ecke der Facies mastoidea her eindringt. Später vervollständigt sich die vordere Fläche und obere Kante der Pyramide durch Ausfüllung des Einschnitts mit Knochenmasse. Der Zugang zu der Grube wird dann auf die hintere Fläche der Pyramide beschränkt; er liegt hinter dem Sulcus petrosus superior, schließt sich aber kurz vor den Jahren der Pubertät entweder ganz oder bis auf ein unscheinbares Spältchen (Fig. 28 *7*). In jedem Fall markiert ein seichtes Grübchen die Stelle. Im Innern des Knochens erhalten sich verschieden lange noch Reste der Fossa subarcuata.

Die vordere, obere Fläche zeigt in ihrer lateralen, von der Paukenhöhlung unterminierten Abteilung eine konvexe Aufblähung. Medial von dieser, zunächst der oberen Kante markiert mehr oder weniger deutlich noch ein Wulst, Eminentia arcuata*), die Stelle, wo der obere Bogengang der Oberfläche nahe kommt (Fig. 28 *12*). Der ebener gestaltete Rest der Fläche verschmälert sich am medialen Ende des Tegmen tympani plötzlich, um dessen ganze Breite. Auf den so gebildeten einspringenden Winkel ihres Vorderrandes zu ziehen zwei parallele, manchmal zusammen versenkte Furchen; beide schließen sich an die Mündungen von Kanälen an. Die vordere, Sulcus nervi tympanici (Fig. 28 *5*), geht von der oberen Mündung des Canaliculus tympanicus aus, die hintere, für den Nervus petrosus superficialis major, von der Apertura spuria canalis facialis (Fig. 28 *21*; s. Canalis facialis und Canaliculus tympanicus). Gegen die Spitze zu ist die Vorderfläche verschieden weit von einem Schlitz unterbrochen, dessen Ränder die unvollkommene Wand des Canalis caroticus darstellen, der vor der Pyramidenspitze mündet. Der oberhalb desselben befindliche Eindruck, Impressio trigemini trägt in seiner oberen Unterabteilung den Stamm des Nervus trigeminus in einer Ausstülpung der harten Hirnhaut, in seiner unteren das Ganglion Gasseri (Zander, Anatomischer Anzeiger, Bd. IX, No. 22, S. 681). Siehe die cerebrale Seite der Schädelbasis (Fig. 90 *18*).

Auf der Mitte der hinteren oberen Fläche der Pyramide findet sich der ovale Eingang in den inneren Gehörgang, Porus acu-

---

*) Jugum petrosum.

sticus internus (siehe dessen Specialbeschreibung), Fig. 28 *6*, lateralwärts davon unter einer Knochenzacke eine von der Grundfläche der Pyramide her zugängliche, sehr wechselnd gestaltete Spalte, Apertura externa aquaeductus vestibuli (Fig. 28 *8*). Ein Wulst, der diese besonders am kindlichen Schläfebein deutlich von der Fossa subarcuata darüber trennt, entspricht dem gemeinsamen Mündungsschenkel (Crus commune) der beiden senkrechten Bogengänge des Labyrinths (Fig. 29 *16*); ein von hier lateralwärts hinziehender zweiter Wulst ist durch den unteren senkrechten Bogengang gebildet (Fig. 29 *13*).



Fig. 29. Cerebrale Fläche des rechten Schläfebeines des neugeborenen Kindes. Natürliche Größe. *1* Schuppe. *2* Umriß des Petrosum. *3* Verbindungslinie des Petrosum und Sqamosum (Fissura petro-squamosa; *3a* Incisura parietalis. *4* Processus zygomaticus. *5* Sulcus pro Arteria meningea media. *6* Apertura superior canalis und Sulcus nervi tympanici auf der cerebralen Fläche des Tegmen tympani. *7* Apertura spuria canalis facialis, durch welche der N. petrosus superficialis major auf die Vorderfläche tritt. An dieser Stelle liegt das genu des Canalis facialis, der von hier aus rechtwinklig von seinem bisherigen Verlauf vom Porus acusticus internus aus in einen der Längsachse des Petrosum parallelen Verlauf (lateral rückwärts) umbiegt. *8* vorderes Ende des Canalis caroticus. *9* Porus acusticus internus. In der Tiefe desselben, *10*, Crista falciformis, darunter die Fossula cochlearis, *11* untere Kante der Pyramide, der Eingang in den Aquaeductus cochleae. *12* Spaltenförmiger Eingang (Apertura externa) des Aquaeductus vestibuli. *13* unterer senkrechter Bogengang. *14* oberer senkrechter Bogengang unterhöhlt von *15*, der Fossa subarcuata *16* Crus commune der beiden senkrechten Bogengänge. *17* obere Kante der Schläfebeinpyramide; dahinter, *18*, Sulcus petrosus superior. *19* sehr seichte Furche, die Anlage der Fossa sigmoidea (für den Sinus transversus). *20* Sulcus petrosus inferior.

Die hintere Kante der Pyramide ist mit einer Reihe von Zacken und Einschnitten versehen, die von der Gestaltung der hinteren unteren Pyramidenseite abhängig sind und vielfach variieren. Nur die mediale Hälfte der Kante verläuft in regelmäßigerem, medialwärts konvexem Bogen und wird begleitet und spitzwinklig gekreuzt von einer glatten, manchmal sehr flachen und unscheinbaren Furche, Semisulcus petrosus inferior (Fig. 28 *20*). Diese Furche läuft von der Spitze der Pyramide aus anfangs auf der oberen hinteren Fläche derselben entlang ihrem Rande lateralwärts und rückwärts und schließlich auf die untere hintere Seite der Pyramide über (Fig. 30 *20*).

Auf der unteren hinteren Fläche liegt hinter diesem Randstück zunächst der Spitze eine tief in den Knochen eindringende Kluft (für die Aufnahme eines Sesambeins) (Fig. 30 *21*; s. Schädelbasis), vorn und seitlich von dieser ein durch Rauhigkeiten auffallendes Feld für den Ansatz von Knorpel und fibrösem Bindegewebe zwischen Schläfebein und Basioccipitale. Der vorderste Streif dieser Rauhigkeit wird von einer medialwärts sehr dünnen Knochenplatte getragen, welche die Unterwand des horizontal verlaufenden Stücks des Ca-

nalis caroticus ist (Fig. 30 *19'*) und mit der ebenfalls sehr dünnen Vorderwand desselben (Fig. 30 *23*) (die der vorderen unteren Seite der Pyramide angehört) in einer Kante, dem medialen Endstück der Unterkante des Petrosum zusammenstößt. Wo diese neben der medialen Zacke der Crista petrosa das Tympanicum trifft, findet sich in derselben Querebene der Pyramide, 1) auf der unteren Vorderseite: die mediale Mündung des Canalis musculo-tubarius) (Fig. 30 *24*); 2) auf der unteren Hinterseite: vorn der untere Eingang in den Canalis caroticus, dahinter in einer dreieckigen Grube

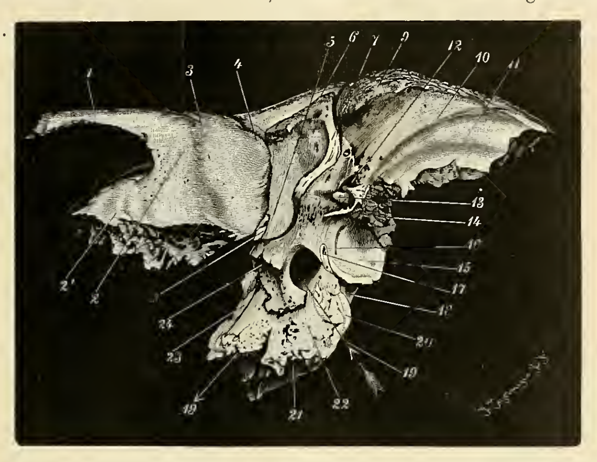


Fig. 30. Linkes Schläfebein des Erwachsenen von unten gesehen. Natürliche Größe. *1* Processus zygomaticus. *2* Tuberculum articulare. *3* Fossa mandibularis. *5* Spina tympanica anterior HENLE. *6* Eingang in den Porus acusticus externus. *7* Crista petrosa (die Verwachsungsleiste des Os tympanicum mit dem Petrosum). *8* Processus inferior tegminis tympani (mit Furche für die Chorda tympani; rechts davon Fissura petrotympanica. *9* Processus mastoideus. *10* Incisura mastoidea (digastrica). *11* Sulcus arteriae occipitalis. *12* Foramen stylomastoideum (Canalis facialis). *13* Processus styloideus (abgebrochen), davor (in der Figur links) eine Furche, die hinter einer Zacke der Crista petrosa endet, Vagina processus styloidei. *14* Synchondrosis (Synostosis) petrooccipitalis. *15* Fossa jugularis. *16* Sulcus n. auricularis vagi. *17* Fossula petrosa (mit der Apertura inferior canaliculi tympanici. *18* Apertura externa aquaeductus cochleae. *19* Canalis caroticus. *20* Semisulcus petrosus inferior. *21* Kluft für die Einlagerung des Schaltknochens zwischen Schläfebeinpyramide und Pars basilaris ossis occipitis. *22* rauhe Fläche zum Ansatz von Bindegewebe, welches das Foramen lacerum (anterius) verschließt. *23* Knochenblatt (= Vorderwand des horizontalen Schenkels des carotischen Kanals), welches mit dem hinteren Rand des großen Keilbeinflügels den Sulcus tubae Eustachii bildet. *24* Mündung des Canalis musculotubarius.

zunächst dem hinteren Rande die Apertura externa aquaeductus cochleae (Fig. 30 *18*); an der hinteren Pyramidenkante markiert auch ein Einschnitt die Lage dieser Grube; 3) auf der oberen Hinterfläche: der Porus acusticus internus. Lateral von dieser Zone ist die untere hintere Fläche in ganzer Breite durch eine Grube Fossa jugularis eingenommen (Fig. 30 *15*), welche die Vena jugu-

laris überwölbt. Sie markiert sich an der hinteren Pyramidenkante durch einen Einschnitt, Incisura jugularis (Fig. 28 *11*, Fig. 19 zwischen *3* u. *5*), und zieht sich manchmal vorwärts bis fast zum Rande der Crista petrosa hinaus. Auf der hohen Kante, die sich zwischen dieser Grube und dem unteren Eingang in den Canalis caroticus erhebt, findet sich, meistens mit Gefäßlöchern zusammen in einer kleinen Einsenkung (Fossula petrosa), die untere Eingangsöffnung des Canaliculus tympanicus (Fig. 30 *17*). Den vorderen Teil der Fossa jugularis durchzieht eine unscheinbare Furche, Sulcus rami auricularis vagi (Fig. 30 *16*), in lateraler Richtung und endigt mit einem Loch, Canaliculus mastoideus, der in einen Kanal führt (dessen Verlauf s. S. 216). Sie ist manchmal durch eine feine Furche mit der Fossula petrosa verbunden. Zwischen dem lateralen Rande des Fossa jugularis und dem medialen Ende des Margo occipitalis, dicht unter dem unteren Ende der Fossa sigmoidea findet sich eine dreiseitige rauhe Fläche, die zur Knorpelfuge zwischen Hinterhauptbein und Felsenbein dient, Synchondrosis petrooccipitalis (Fig. 30 *14*). Vor ihr ragt der Griffelfortsatz, Processus styloideus (Fig. 30 *13*, s. S. 217) hinter einer Zacke der Crista petrosa abwärts. Zwischen diesem und der Incisura mastoidea mündet in einer Grube Foramen stylomastoideum (Fig. 30 *12*), der Canalis facialis aus (s. S. 215 ff.).

Die Fossa jugularis zeigt in ihrer Ausbildung die größten individuellen Verschiedenheiten. Gewöhnlich schneidet sie hinten mit dem zwischen Synchondrosis petrooccipitalis und Ap. extern. aquaeduct. cochleae ab und stellt eine nach vorn von hier an der unteren Seite des soliden Teils des Petrosum (speciell unter dem Anfang der Schnecke) gelegene, vorwärts auf die Unterseite des Solum tympani auslaufende, glatte Grube dar, die sehr verschieden tief und von sehr wechselnd entwickelten hochstehenden Rändern innerhalb rauher Furchen eingefaßt werden kann. Nicht selten fehlt die Grube ganz, indem Unregelmäßigkeiten der Knochenfläche ihre Stelle einnehmen, oder ist durch eine sehr kleine, etwas erhöhte Fläche repräsentiert. Eine Knochenzacke der hinteren Kante des Petrosum an der Grenze zwischen Fossa jugularis und Apert. extern. aquaeduct. cochleae heißt Processus intrajugularis. Sie schiebt sich in die Incisura jugularis des Hinterhauptbeins (die doppelt so breit ist wie die des Petrosum) vor und teilt sie in eine laterale und mediale Hälfte, letztere für Nervendurchtritte [IX, X, XI]). (Für andere Beziehungen s. Paukenhöhle.)

Bei starker Verengung der Fossa jugularis findet sich öfters das Foramen mastoideum sehr weit bis 6 mm oder auch verdoppelt.

Die als Synchondrosis petrooccipitalis genannte Fläche ist in typischen Fällen ein trapezförmig nach aufwärts verschmälertes Feld. Im späteren Alter tritt an ihm Synostose mit dem Occipitale sehr häufig ein. Dabei wird der darunter liegende Knochen stark spongiös, ebenso wie der anliegende Teil des Occipitale. Es können dabei die im Processus mastoideus auftretenden Zellen bis hierher vordringen und stehen jedenfalls am macerierten Knochen mit den Räumen der erwähnten diploïtisch gewordenen Teile in Kontakt (eine Abbildung hierüber s. Merkel, Topogr. Anat. I S. 562) oder in Verbindung.

In die Kluft (S. 172) der rauhen medialen Partie der hinteren unteren Pyramidenfläche findet sich ein Schaltknochen eingefügt, der die Nahtspalte zwischen Pars basilaris des Hinterhauptbeins und Petrosum teil-

weise ausfüllt und so fest zwischen beiden Knochen eingekeilt ist, daß er bei der Maceration nicht ausfällt. Er kann sich an der Bildung des Sulcus petrosus inferior beteiligen. Eine Reihe kleinerer Schaltknochen in derselben Nahtspalte fallen bei der Maceration des Schädels in der Regel aus und gehen verloren*). W. Gruber erwähnt selten vorkommende Schaltknochen zur Ergänzung des Foramen jugulare, sowie solche zwischen Felsen- und Keilbein (Beiträge zur Anatomie der Schädelbasis, Petersburg 1869).

Die Paukenhöhlung des Felsenbeines und deren Wände.

In ihrer einfachsten Form zeigt sich die Paukenhöhlung, Cavum tympani i. w. S., bei kindlichen Schläfebeinen aus und nach der Zeit der Fötalreife.

Die von der (S. 167) beschriebenen Umrandung eingefaßte Paukenhöhlung des Petrosum des neugeborenen, reifen Fötus zeigt etwa die Form einer plattgedrückten Retorte mit kurzem lateralwärts und tangential zu ihrem oberen Umfang gestelltem, blind geschlossenen Halse und einer diesem gegenüber, in dessen gedachter Verlängerung nach der medialen Seite angebrachten Oeffnung. Die Ränder der letzteren wachsen später medialwärts zum Canalis tubae aus (Fig. 26 I). Die größte Länge dieses Raumes ist 20 mm Luftlinie beim Neugeborenen. Seine zwischen die Knochenplatten des Tegmen und Fundus tympani und den Margo-squamoso mastoideus, welche der Höhle rauhe, poröse Oberflächen zukehren, eingefaßte größte Fläche ist die Labyrinthwand der Paukenhöhle, die mit geringfügiger Abänderung beim Erwachsenen bestehen bleibt. Sie liegt an der vorderen Seite eines kompakten hinteren Teiles des Petrosum (Fig. 19), in welchem die Kanäle des Labyrinths des Gehörorganes eingeschlossen sind, und stimmt nahezu in ihrer Länge gut mit der Strecke überein, auf welche sich dieses Kanalsystem im Knochen verteilt. Stellenweise kommt letzteres der Paukenfläche des Petrosum so nahe, daß nur eine dünne Lage kompakter Knochensubstanz die gemeinsame Scheidewand der Labyrinthkanäle und der Mittelohrhöhle bildet und die Außenform von Teilen der ersteren im Groben als Relief an der Paukenfläche des Petrosum hervortritt (Fig. 26). Glattere Oberfläche kennzeichnet in der Regel diese Stellen deutlich schon beim Neugeborenen, noch auffälliger aber beim Erwachsenen (Fig. 27), wo sie allein durchgehends von Osteophytenbildung verschont bleiben und zugleich durch die mit dem Alter noch zunehmende Festigkeit der Knochensubstanz ausgezeichnet sind, welche den Wänden der Labyrinthkanäle eigentümlich ist.

Die relativ dünnen Knochenplatten, die oben und unten von der Labyrinthwand ausgehen, sowie der Rand, welcher lateralwärts von ihr sich erhebt, fanden bereits auf S. 167 einige Berücksichtigung.

Die Labyrinthwand verlangt zunächst noch eine besondere

*) Die Benennung Ossicul. sesamoides Cortesii ist unzutreffend, da hiermit Verkalkungen gemeint sind, die der Carotis interna angehören; s. Henle, Handbuch d. Anat. I, S. 152, daselbst auch die Litteratur. Henle ist geneigt die beschriebenen Knöchelchen nicht als Schaltknochen, sondern als Epiphysenteile aufzufassen. Sie entstehen mit Ausnahme eines an der Spitze der Pyramide, das schon bei Kindern gefunden wird, erst zur Zeit der Pubertät und verwachsen, wenn sie nicht isoliert bleiben, fast immer nur mit dem Petrosum, selten mit dem Occipitale oder mit beiden zugleich.

Besprechung, einmal wegen des ziemlich komplizierten Reliefs an ihrer Oberfläche, dann auch wegen der topographischen Beziehungen zur Einteilung des ganzen Raumes der Paukenhöhlung. Iu Bezug auf letzteren ist folgendes zunächst festzuhalten. Seinen dem Hals der retortenförmigen Figur entsprechenden lateralen Teil nenne ich Cella epitympanica; sie wird von dem Paukenfelde der Schuppe (Fig. 19 *16*) zu einer vorwärts geschlossenen Höhle überlagert, die am ganz gelassenen Schläfebein bloß durch eine etwa dreiseitige Oeffnung mit dem abwärts erweiterten Teil des Raumes, der dem Kolben der Retorte entspricht, in offener Verbindung bleibt (Fig. 20 *16*). Dieser selbst aber wird vorn und unten bloß vom Trommelfell verschlossen, wenn das Os tympanicum sich auf die Umrandung dieses Raumes auflegt. Er heißt deswegen Cella tympanica (Cavum tympani proprium), eigentliche Paukenhöhle (in Fig. 20 an der konkaven Seite des Paukenringes vorbei sichtbar). Dieser Raum besitzt medial von seinem oberen Umfang eine Unterbrechung seiner Wand, die vom Sulcus tubarius ossis tympanici zu einem Loch und späterem Kanal überbrückt wird (Fig. 20), Canalis tubarius, dessen vordere untere Wand demnach vom Os tympanicum geliefert wird (siehe Fig. 25 und Fig. 22 *12*). Die hintere Wand des sich später verlängernden Kanals geht von einer medialen oberen Ecke der Labyrinthwand der Paukenhöhle ab in Form einer Knochenplatte, die gleichzeitig ein Stück der Vorderwand des Canalis caroticus ist, somit Canalis tubae und caroticus voneinander trennt. Sie gehört also nicht mehr eigentlich zur Labyrinthwand der Paukenhöhlung (Fig. 27 *26*, Fig. 26 *5*).

Abgesehen davon, daß im Verlauf der unteren Wandung der Paukenhöhlung durch die winkligen Knickungen des zugehörigen Randes diese Haupteinteilung der letzteren am Petrosum schon für sich markiert wird, hängt dieselbe in erster Linie doch von den Reliefbildungen auf der Fläche selbst ab. In dieser Hinsicht erfordert zunächst die Wand in der Cella epitympanica kurze Berücksichtigung. Ihre Oberfläche zerfällt in eine laterale, konkave, zellige Abteilung, welche eine Erweiterung der Höhle, das Antrum mastoideum umfaßt (Fig. 15 *3*) und eine medial abwärts davon gelegene konvex in Form eines Grenzwulstes hervortretende Partie, Prominentia epitympanica, die schon der Labyrinthwand angehört. Die mediale Seite der letzteren bildet die Grenze zwischen Cella epitympanica und Cavum tympani proprium am Petrosum. Die kleinen Zellen der Oberfläche des Antrum mastoideum setzen sich in eine poröse Knochensubstanz rückwärts bis in die Fossa subarcuata durch fort, so daß man bei vollkommen macerierten Knochen von dieser aus in das Antrum hineinsehen kann. Teile der Knochenwand der Labyrinthkanäle aber treten in dieser Abteilung an der Paukenhöhlenfläche nicht zu Tage. Diese Abteilung erfährt während des Wachstums eine Erweiterung ihres Umfanges. Das Nähere siehe S. 184 ff.

Von der Prominentia epitympanica ab medialwärts bis zum Canalis tubae sind die Reliefbildnngen an der Labyrinthwand detailliert zu besprechen, nunmehr ohne besondere Rücksicht auf ihre Beziehung zur gröberen Einteilung der Paukenhöhlung, über die das Nötige vorausgeschickt ist. Dieser Teil der Labyrinthwand schaut in natürlicher Lage im Schädel im allgemeinen vorwärts, abwärts und lateralwärts. Eine tiefe Einkerbung, die einer Knickung an der Vorderseite

des Systems der Labyrinthkanäle entspricht und deshalb kurz Labyrinthkerbe heißen mag, scheidet die Prominentia epitympanica mit daran schließenden kleineren Teilen von einem großen medialwärts liegenden, bis zum Anfang des Canalis tubae hin ausgedehnten, etwas unregelmäßig vierseitigen Wulst, Prominentia cochlea (Promontorium) (Fig. 27 *20*).

Die Prominentia epitympanica beginnt an der winklig gebrochenen Stelle des Margo squamosomastoideus und zieht von hier in sanftem Bogen in natürlicher Lage fast horizontal gerichtet medialvorwärts bis zur Wurzel des Tegmen tympani (Fig. 26 *3*). Derselbe hat zunächst dem Winkel des Margo squamosomastoideus wechselnd rauhe Oberfläche; vor dieser einen stets deutlichen ovalen Eindruck für den hinteren Schenkel des Ambos und dessen Befestigungsbänder, Fossa incudis (Fig. 27 *11*). Sein dem Tegmen tympani nähergelegener Teil hat glatte Oberfläche und ist die Wand des Ampullenschenkels, des horizontalen Bogenganges des Labyrinths, Prominentia canalis semicircularis lateralis (Fig. 27 *12*, Fig. 26 II *3*, Fig. 20 *30*, Fig. 19 *10'*). Bei sehr günstigen Präparaten (bei Kindern) erscheint darüber in Form einer kleinen Erhöhung unter der Wurzel des Tegmen tympani auch ein Stück Wand des senkrechten oberen Bogenganges.

Abwärts von der Prominentia epitympanica findet sich, meist durch eine Furche davon abgesetzt, die hier sehr dünne Wand des Canalis facialis zu einem schlank-cylindrischen Wulst, Prominentia canalis facialis (Fig. 20 *27*, Fig. 36 *15*, *17*, Fig. 19 *19*), gegen die Paukenhöhle vorgewölbt. Die Wand ist bei jüngeren Föten stets, bei Neugeborenen und Kindern noch häufig, auch bei Erwachsenen nicht selten, hier aber vielleicht durch nachträgliche Dehiscenz (Schwalbe) schlitzförmig durchlöchert (Fig. 20 *27*, S. 216). Der Wulst begrenzt von hinten lateral und oben her den Uebergang der Cella tympani in die Cella epitympanica (Fig. 20 *27*, *16*, Fig. 31 *11*, *12*), von oben und der lateralen Seite unmittelbar die Labyrinthkerbe der Paukenhöhle. Aufwärts von dieser verliert er sich nahe der Wurzel des Tegmen tympani hinter und über der lateralen Oeffnung einer manchmal zum Kanal geschlossenen Muskelfurche, Sulcus pro tensore tympani (Fig. 31 *13*, Fig. 26 *5a*, Fig. 20 *17*, Fig. 27 über *8*), deren Decke ein schmaler Ursprungsstreif des Tegmen tympani, deren vordere Wand der Processus inferior tegminis tympani (Fig. 27 *7*) liefert. Seine untere Abgrenzung gegen den Semicanalis tubae (Fig. 20 *24*) bildet ein zartes Knochenblättchen (Fig. 20 *17*), Septum tubae, welches nahe über der Oeffnung des carotischen Kanals niedrig entsteht und weiter lateralwärts, vor dem oberen Ende des Wulstes des Canalis facialis, mit freiem, auf- und medialwärts umgebogenen Rande endigt; das Endstück springt stets etwas vor, ähnlich einer kleinen mit der Lichtung vorwärts gerichteten Löffelschale (Processus cochleariformis, Rostrum cochleare). Der übrige Teil des Randes des Septum tubae verwächst öfters mit dem Processus inferior tegminis tympani, wodurch dann die Rinne für den Musculus tensor tympani teilweise in einen ganz knöchernen Kanal verwandelt wird, der nur an beiden Enden offen bleibt.

Unterhalb des im Raum der Paukenhöhle selbst gelegenen Teils des Septum tubae findet sich eine die ganze Fläche einnehmende Erhebung mit glatter, kompakter Oberfläche, Promontorium (Fig. 27 *20*)

[Prominentia cochleae], in welchem die unterste Windung der Schnecke des Labyrinths enthalten ist. Ihre laterale Abgrenzung ist durch den Verlauf des Labyrintheinschnittes gegeben. Gegen den Fundus tympani ist das Promontorium am jugendlichen Knochen durch eine scharfe Furche abgesetzt (Fig. 26 I). Schon in den ersten Lebensjahren und erst recht am erwachsenen Schläfebein hingegen ist diese durch Wucherung von kleinen Knochenbälkchen unregelmäßig ausgefüllt, die bis in den Tubenkanal hinein auftreten, aber am zahlreichsten an der Stelle sich gewöhnlich bilden, wo der Fundus tympani dem unteren Eingang in den Canalis caroticus zunächst liegt.



Fig. 31. Rechtes Schläfebein des Erwachsenen von vorn, unten und lateral gesehen nach Absägung der Vorderwand der Paukenhöhle und des Canalis caroticus, deren Schnittflächen, soweit sie zur Anschauung kommen, hell gehalten sind. Von der Pars tympanica verbirgt sich die obere Sägefläche hinter dem Conus articularis *(4)* und ist nicht sichtbar, die untere *(19)* liegt frei vor. *1* Processus zygomaticus. *2* Tuberculum articulare. *3* Fossa mandibularis. *4* Conus articularis (Tuberculum a. posticum. *5* Sulcus pro art. temporali media. *6* Processus mastoideus. *7* äußerer Gehörgang. *8* Sulcus tympanicus. Rechts daneben die lateral, abwärts und vorwärts schauende Labyrinthfläche der Paukenhöhle. Unter dieser *9* Fossa jugularis und *10'* senkrechter Schenkel des Canalis caroticus; dessen obere Mündung bei *10*. In der Paukenhöhle sichtbar: *11* Canalis facialis. Darüber *12* Eingang in den Recessus epitympanicus, der oberhalb der Wand des äußeren Gehörgangs lateralwärts und rückwärts (siehe Fig. 36 und Fig. 37) in die Cellulae mastoideae führt. *13* Sulcus pro tensore tympani mit dem Processus cochleariformis. *14* Fenestra ovalis. *15* Oeffnung der Fossula rotunda (Fenestra rotunda). *16* Promontorium, darauf eine Furche, Sulcus nervi tympanici. *17* Grube, Sinus tympani; darüber, vom Wulst des Canalis facialis sich erhebend *18* die Eminentia stapedii, von der aus eine Knochenstrebe, Subiculum promontorii, zum Rand des Promontorium zieht. *19* untere Sägefläche der Pars tympanica. *20* Processus inferior tegminis tympani, entlang dem eine Verwachsung der anstoßenden Knochen nicht statthat. *21* Sinus posterior. *22* Apertura tympanica canaliculi chordae mit aufwärts daran schließender Furche.

Der beim fötalen Schläfebein noch halbkreisförmige Rand der Bodenplatte der Paukenraums ist beim Erwachsenen (Fig. 31), hier eckig nach abwärts ausgezogen und umfaßt eine dementsprechende spitze Erweiterung des unteren Umfangs der Paukenhöhle. Die sie einschließenden, fast rechtwinklig zusammenstoßenden Wandteile sind dünne Knochenplatten von $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm Dicke, beide gegen die

Paukenhöhle konvex vorgewölbt und fast stets mit Osteophyten besetzt, an ihrer Außenseite aber glatt und konkav, die untere zur Bildung der Fossa jugularis (Fig. 31 *9*, Fig. 27 *20*), die sie von der Paukenhöhle trennt (Paries jugularis der Paukenhöhle), die obere, gleichzeitig medialere als Teil der Wand des Canalis caroticus (Fig. 31 *10*, Fig. 27 *25*), dessen Scheidewand gegen die Paukenhöhle sie ist (Paries carotica der Paukenhöhle). Von der Kante, in der beide zusammenstoßen, schiebt sich der Knochenkamm abwärts vor, der an der unteren hinteren Fläche der Pyramide (Fig. 30 *17*), die Fossa jugularis vom unteren Eingang in den Canalis caroticus trennt. In ihm steigt von der Fossula petrosa aus der Canaliculus nervi tympanici auf bis in die Furche am unteren Rande des Promontoriums. Durch die hier befindlichen Osteophytenbildungen wird er in einem kleinen, beim Neugeborenen mehr oder weniger isoliert hervortretenden Knochenröhrchen geleitet (Fig. 20 unter *19*) und endet offen am unteren Ende einer seichten Furche, Sulcus nervi tympanici [Jakobsoni] (Fig. 20 *19*, Fig. 31 rechts von *16*, Fig. 27 *20*), die über das Promontorium aufwärts zieht und medial vom oberen Ende der Labyrinthkerbe hinter dem Septum tubae und dem Sulcus pro tensore tympani in ein feines Kanälchen führt. Dieses durchbohrt in medialer Richtung das Tegmen tympani und kommt durch die Apertura superior canaliculi tympanici auf die vordere obere Fläche der Pyramide (Fig. 90 *33*, Fig. 28 *21*). Die Scheidewand zwischen Canalis caroticus und Paukenhöhle ist von zwei oder drei übereinander gereihten Nervenlöchern durchbohrt, durch welche Fasern des sympathischen Nervengeflechts der Carotis in die Paukenhöhle eindringen. Ihre Mündung liegt hier ebenfalls in der tiefen Grenzfurche des Promontoriums zwischen Osteophytenbildungen.

Die Scheidewand zwischen Paukenhöhle und Fossa jugularis begrenzt nur den vordersten Abschnitt der letzteren; der sich gegen die Crista petrosa hin ausdehnt (Fig. 19 *3*). Sie ist meist eine sehr dünne, stellenweise papierdünne Knochenplatte, nicht selten sogar in wechselnder Ausdehnung durchbrochen. Bezüglich ihrer Vorwölbung gegen die Paukenhöhle, die der der Fossa jugularis konform ist, zeigen sich Verschiedenheiten. Gewöhnlich ist sie durch eine tiefe, fast spaltenförmige Furche von dem Rahmen des Trommelfells (Sulcus tympanicus) getrennt; in anderen Fällen aber wie eine Blase so stark in die Paukenhöhle vorgewölbt, daß ihre Fläche direkt bis zum Sulcus tympanicus hinreicht und ihn gleichsam usuriert und geradezu unterbrechen kann*).

Von der spaltenförmigen Trennungsfurche beider bleibt dann nur eine schmale lochartige Vertiefung jederseits von der Kontaktstelle übrig. Die der Paukenhöhle zugekehrte Fläche ist beim Erwachsenen manchmal durchaus glatt, in mehr als der Hälfte der mir vorliegenden Fälle von rauher Oberfläche durch kleine senkrecht gestellte Knochenzacken oder beim Neugeborenen ein Maschengeflecht von kleinen niedrigen Knochenbälkchen. Lateralwärts erstreckt sich diese Wandbeschaffenheit bis in den untersten Abschnitt der Labyrinthkerbe, zuweilen bis in die Nähe der Stelle, wo der Wulst des Canalis facialis sich abwärts in der Tiefe des Knochens verliert.

*) Ob wirklich eine Usur vorliegt, ist fraglich, da in dieser Gegend der Sulcus tympanicus von der medialen Seite einen seichten Einschnitt auch sonst manchmal besitzt.

Die Labyrinthkerbe der Paukenhöhle stellt eine in halbelliptischem Bogen den lateralen Umfang des Promontoriums umfassende Vertiefung der Labyrinthwand dar, deren konvexer Umfang oben vom Wulst des Canalis facialis, unten von den Osteophytenmassen des Paukenhöhlenbodens eingeschlossen wird. Dieselbe zerfällt durch zwei zu einer lateralen Ecke des Promontoriums konvergierende Knochenleisten in drei Gruben (Fig. 31 *14*, *15*, *17*). Deren oberste, Fossa fenestrae vestibuli, ist von einem ovalen Loch, Fenestra ovalis (vestibuli), durchbrochen (Fig. 13 *14*), die mittlere, Sinus tympani, ist eine laterale blinde (Fig. 31 *17*) Ausbuchtung der Paukenhöhle, hinter der das untere Ende des Wulstes des Canalis facialis liegt; die untere, von der Pyramidenbasis her zugänglich, Fossula fenestrae rotundae [Fen. cochleae], (Fig. 31 *14*), setzt sich in der Tiefe am macerierten Schädel in die Scalatympani des Schneckenkanals fort (s. S. 182), deren Anfangsstück im Promontorium liegt (vergl. Fig. 32 *1*, *2*, *3*, *8*).

Die zur Fenestra ovalis abfallenden Wände der Pelvis ovalis zeigen entlang dem Promontorium und aufwärts davon keine periphere besondere Abgrenzung. Gegen den Wulst des Canalis facialis ist eine solche durch eine abwärts an Tiefe zunehmende Furche gegeben, die ursprünglich stets vorhanden ist, im späteren Alter jedoch verstrichen sein kann. In der Tiefe der Grube umsäumt eine sehr seichte, beim Erwachsenen manchmal auch verstrichene Furche die zugeschärfte, unmittelbare Umrandung der Oeffnung [Ora fenestrae ovalis]. Der Umfang der letzteren entspricht einem von der Seite des Promontoriums her leicht eingedrückten Oval mit einer der Prominentia canalis facialis parallel stehenden längeren Achse (Fig. 20 *12*, Fig. 31 *14*, Fig. 26 *11*). Die Ränder der Oeffnung liegen nicht ganz genau in einer Ebene; sie tragen eine sehr feine, ringsum laufende Furche für die Befestigung der Steigbügelplatte (s. Gehörorgan). Ihr Umfang ist bei Kindern in der Regel größer als bei Erwachsenen. Individuelle Variationen betreffen den allgemeinen Umriß, die Breite und vor allem die Länge, wie die Vergleichung der angeführten Figuren ergiebt- Die Dimensionen sind nicht einmal für beiden Seiten desselben Individuums dieselben. Die Maße betragen für die Breite 1—1,5 mm, die Länge 2—3 mm.

Als untere Abgrenzung der Pelvis ovalis gegen den Sinus tympani erhebt sich ein feines scharfrandig endendes Knochenblättchen von wechselnd guter Entwickelung. Gewöhnlich wird es der Anschauung entzogen durch eine zarte Knochenspange, die seinem Rande parallel die Labyrinthkerbe frei in querer Richtung durchzieht und einerseits am Promontorium, andererseits abwärts von der Prominentia canalis facialis an einem niedrigen, oben offenen Röhrchen oder Hohlkegel, Eminentia stapedii (Fig. 31 *18*), für den Steigbügelmuskel inseriert. Die Knochenspange kann doppelt sein; eine dritte überkreuzt weiter unten nicht selten den Sinus tympani. Der Sinus tympani (Fig. 31 *17*) ist meistens tiefer (3 mm, in maximo 5 mm [Steinbrügge]) als die beiden anderen Gruben, gegen welche seine Abgrenzung ab und zu undeutlich entwickelt ist. Derselbe schiebt sich ein zwischen die knöcherne Wand des Ampullenschenkels des unteren senkrechten Bogenganges und des Crus simplex des horizontalen Bogenganges (Fig. 40 *8*).

Medialabwärts vom Sinus tympani beginnt in gut ausgeprägten

Fällen in Gestalt einer wulstigen Erhebung (Subiculum promontorii, SCHWALBE), die eigene Umgrenzung des Zugangs zur Fossula rotunda durch den von ihr unterhöhlten lateralen Promontoriumrand. Sein dem Sinus tympani anliegendes Anfangsstück ist ohne weiteres sichtbar, läuft aber nicht in das andere Endstück des Randes ein, welches in dem Bereich der Fossula rotunda selbst verborgen liegt. Zwischen beide schaltet sich ein Stück ebener Knochenfläche oder auch ein Knochenwulst. Der Rand hat demnach im ganzen die Gestalt eines nicht völlig geschlossenen Rings, dessen Enden senkrecht zu einer durch ihn gelegten Ebene in entgegengesetzter Richtung auseinandergedreht sind. Gegen den Fundus tympani ist der Eingang in die Fossula rotunda entweder gar nicht, oder durch unregelmäßige Wulst- und Höckerbildungen abgegrenzt. Die Fossula rotunda selbst ist ein kleiner Raum von individuell sehr verschiedener Konfiguration. Knochenwucherungen, die in seiner Eingangsöffnung und an seinem

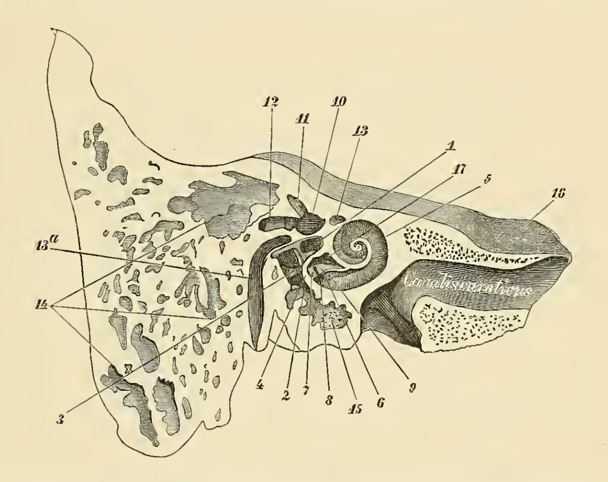


Fig. 32. Vergrößerter vertikaler Längsschnitt der Schläfebeinpyramide der rechten Seite des Erwachsenen, durch welchen die Vorderwand des Canalis caroticus und der größte Teil der hinteren (medialen) Wand der Paukenhöhle abgetragen wurde. Nur die rückwärts vertieften Gruben in der Labyrinthkerbe der letzteren, *1*, für die Fenestra ovalis, *2*, für die Fossula rotunda, für die dazwischen liegende Grube, *3* Sinus tympani, sind noch in der hier dargestellten hinteren (medialen) Schnitthälfte des Präparats enthalten; die Schnittflächen sind weiß gehalten. *4* Promontorium. *5* Schneckenkanal eröffnet. *6* Lamina spiralis der Schnecke. *7* Lamina spiralis secundaria. Ueber beiden letzteren Uebergang der Höhle des Vestibulum in die Scala vestibuli der Schnecke. Unter beiden, *8*, ein Stück der Fenestra rotunda (Anheftungsrand des Nebentrommelfells) sichtbar, über welchem die Scala tympani des Schneckenkanals beginnt. In letzterer, *9*, Mündung des Aquaeductus cochleae. *10* oberer Teil des Vestibulum. *11* oberer senkrechter Bogengang. *12* horizontaler Bogengang (dessen Ampullenmündung). *13* Querschnitt, *13a* Längsschnitt des Canalis facialis. *14* Cellulae mastoideae im Warzenfortsatz. *15* Sehr dünnwandige Partie des Bodens der Paukenhöhle, unter der die vordere Partie der Fossa jugularis sich befindet. *16* Impressio nervi trigemini. *17* Scala vestibuli der Schnecke.

Promontoriumrande manchmal entstehen, können ihn sehr verengen, ja in selteneren Fällen ganz erfüllen. Von Interesse ist seine Abgrenzung gegen den Anfangsteil des Schneckenkanals des Labyrinths. Eine knöcherne Scheidewand zwischen ihnen findet sich nicht, sondern nur eine niedrige Kante, Crista fenestrae cochleae, erhebt sich als Abgrenzung im Umfang der Stelle, durch die Schneckenkanal und Fossula fenestra cochleae, am macerierten Knochen offen miteinander in Verbindung stehen (Fenestra cochleae), und ist der Ansatzrahmen einer Membran (Membrana tympani secundaria), welche beim nicht macerierten Präparat beide trennt. Die Ebene, in welcher der freie Innenrand dieses Rahmens verläuft, ist eine geknickte. Um seinen Verlauf zu verstehen, muß man wissen, daß der Schneckenkanal in dieser Gegend d. i. lateral von dem Sulcus n. tympanici (Jacobsoni) in natürlicher Lage von hinten nach vorn und abwärts gerichtet ist (Fig. 46 II *20*, *21*; Fig. 32) und aus zwei hier übereinander gelegenen Abteilungen besteht. Von diesen ist die obere in (Fig. 32 *17*) der oberen Partie des als Promontorium bezeichneten Wulstes enthalten und reicht rückwärts entlang dessen Einsenkung zur Labyrinthkerbe bis unter die Fenestra ovalis hin (Fig. 32 *9*), während dagegen die untere, die der oberen parallel läuft, nicht ganz soweit rückwärts reicht wie diese, daher das hinterste Stück von deren unterer Wand freiläßt, zugleich aber am macerierten Knochen durch die Fenestra rotunda in offener Verbindung mit der Fossula rotunda und durch diese indirekt mit der Paukenhöhle bleibt. Von letzterer ausgehend, sieht man demnach durch die Fossula rotunda aufwärts direkt den Anfangsteil der unteren Wand der oberen Abteilung (Scala vestibuli) des Schneckenkanals oder, was dasselbe ist, die Scheidewand beider Abteilungen des Schneckenkanals, die Laminae spirales (Fig. 32 *6*, *7*). Diese, vorwärts ein wenig konvex ansteigend, liegen im allgemeinen hier in horizontaler Ebene und bilden einen etwa rechten Winkel mit der frontalen Ebene, in welcher jener Umfang der Oeffnung gelegen ist, durch welche die untere Abteilung, Scala tympani, des Schneckenkanals wie quer abgeschnitten (Fig. 32 *8*), an die Fossula rotunda stößt. Die für die Anheftung der Membrana tympani secundaria bestimmte Haftleiste zwischen beiden wird nun zum größeren Teil vom unteren Umfang dieser Oeffnung getragen, steht demnach in frontaler Ebene und bildet einen mit der Konvexität abwärts hängenden, oben offenen Bogen. An dessen Schenkel schließen unscheinbare Fortsetzungen der Haftleiste, die wie rückwärts umgeknickt in fast horizontaler Ebene an der Unterseite des Ursprungs der Lamina spiralis verlaufen und hier rechtwinklig zusammenstoßen. Der untere Teil der Haftleiste ist scharf und halbmondförmig vorgebuchtet (Crista semilunaris, Fig. 32 links von *9*) [er berührt hier die laterale Einfassung der unmittelbar neben ihm in der Scala tympani gelegenen trichterförmigen Oeffnung des Aquaeductus cochleae, Fig. 32 *9*, Fig. 44 *17*, *18*].

Gegen die Fossula rotunda ist die Haftleiste durch eine ringsumlaufende Furche abgesetzt; ebenso gegen die Laminae spirales der Schnecke. Entlang den Lamina spirales ist sie manchmal nicht deutlich.

Der obere und der laterale Umfang der Labyrinthkerbe stoßen im Winkel von etwa 108° zusammen. Ueber die obere Abgrenzung durch die Prominentia canalis facialis wurde bereits das Nötige gesagt; ebenso wurde bereits die zwischen Pelvis ovalis

und Sinus tympani vorragende Eminentia stapedii erwähnt. Diese liegt gerade an der Grenze zwischen dem oberen und dem lateralen Umfang der Labyrinthkerbe. Der letztere zieht abwärts von hier bis zum Fundus tympani und trifft mit diesem ebenfalls in einem Winkel von etwa 108° zusammen. Seine Oberfläche gegen die Paukenhöhle ist beim Erwachsenen wechselnd, glatt oder rauh und ev. von Knochenwucherungen besetzt. Beim kindlichen Schläfebein prägen sich an ihr jedoch noch die Bildungen deutlich aus, die unter der Oberfläche im Knochen hier enthalten sind: An ihrer zunächst dem Sinus tympani gelegenen Abteilung springt abwärts von der Eminentia stapedii als deren Fortsetzung ein cylindrischer Wulst frei gegen den Sinus tympani vor. Er enthält in sich die etwa 8 mm (4—12 mm) lange röhrenförmige Höhle für den Musculus stapedius, die durch ein Loch oder auch manchmal langen Schlitz offen mit dem Canalis facialis, der dahinter liegt, in Verbindung steht (für den Durchtritt des Nervus stapedii). Der Wulst verschwindet in dieser Form beim Erwachsenen durch Ablagerung von Knochensubstanz in seiner Umgebung.

Die dem Verbindungsrand des Petrosum für das Squamosum und Tympanicum näher gelegene Abteilung wird durch ein bis gegen die Eminentia stapedii hin aufwärtsragendes Knochenblatt, Lamina vaginalis processus styloidei (Fig. 26 II *18*), der Bodenplatte der Paukenhöhlung des Petrosum gebildet. Die laterale Seite dieses Blatts trägt eine Furche, deren Ränder mit den hinter ihr liegenden Teilen zur Bildung einer Röhre verwachsen, in welcher der relativ lange knorpelig bleibende Processus styloideus steckt (Fig. 26 II *9*). Die Röhre bedingt eine beim Erwachsenen nicht mehr charakteristische Vorbuchtung (Protuberantia styloidea, Fig. 27 *16*, Fig. 19 *23*, Fig. 45 B *17*) gegen die Paukenhöhle, reicht von ihrer unteren Oeffnung vor dem Foramen stylo-mastoideum aus bis in die Höhe der Verbindungsfläche für den Processus postauditorius der Schuppe und ist am macerierten Knochen, wo der knorpelige Processus styloideus fehlt, bis in die Paukenhöhle hinauf noch etwa am Ende des 6. Fötalmonats durchgehend offen. Ihr oberster in die Paukenhöhle mündender Teil fließt mit einer grubenförmigen tiefen, beim Erwachsenen konstant persistierenden Einsenkung der Wand zwischen Sulcus incudis und Eminentia stapedii zusammen; beide bilden hier den Sinus posterior (Fig. 27 *13*). Abwärts von dieser beginnt die Verknöcherung des Processus styloideus (im Reichert'schen Knorpel) und schließt gegen Ende des 1. Lebensjahres den Sinus nach unten knöchern ab (Fig. 26 II *15*). Der untere Teil der Röhre wird durch weitere Verknöcherung des Processus styloideus mit Knochensubstanz erfüllt und vergeht bis auf unregelmäßige Spältchen (Fig. 27 *5*), hinter denen der unterste Teil des Canalis facialis (*14*) herabläuft (s. S. 217).

Die an der hinteren Seite der Lamina vaginalis processus styloidei (Fig. 26 II *18*) befindliche Furche für den knorpeligen Processus styloideus persistiert fast stets in ihrem untersten Teil selbständig und umfaßt von vorn den Processus styloideus wie eine Hülle (Vagina processus styloidei). Eine Fortsetzung dieser Rinne bildet sich beim Auswachsen der Crista petrosa am Os tympanicum und verläuft beim fertig ausgebildeten Knochen an der Hinterseite jener längeren Zacke herab, welche die Crista petrosa stets an der Vorderseite des

Processus styloideus besitzt; letzterer liegt also hier in einer Rinne des Tympanicum.

Die der Paukenhöhle zugewandte Fläche der Lamina vaginalis ist flach, konvex, meist von zwei bis drei horizontalen Leistchen der Quere nach durchzogen. Sie schneidet oben als vordere (manchmal durchbrochene) Wand des Sinus posterior geradlinig mit freiem Rande ab. Dieser verschmilzt medialwärts mit der Eminentia stapedii, lateralwärts sekundär mit dem Processus postauditorius der Schuppe. (Zwischen letzteren beiden läuft der Canaliculus chordae, beim jugendlichen Schläfebein von der Außenseite in die Paukenhöhle hinein. S. S. 216 Canalis facialis.) Vergl. Fig. 21 II und 26 II.

Maße der Paukenhöhle am Knochen des Erwachsenen.

Parallel und entlang dem Sulcus nervi tympanici vom Solum tympani bis zur Wurzel des Tegmen 9,5—11 mm. In horizontaler Ebene von der Wurzel der Eminentia stapedii bis zum Uebergang in den Tubenkanal 8,2—12 mm. In schräger Ebene von der Ecke zwischen Paries carotica und Paries jugularis bis zu dem der Paukenhöhle zugewandten Scheitel des Querschnitts der Prominentia canalis facialis 8,5—12 mm.

Höhe des Recessus epitympanicus von dem Margo tympanicus der Schuppe bis zur Wurzel des Tegmen tympani senkrecht gemessen 5,0—6 mm.

Breite des Planum epitympanicum 7,5 mm in maximo (wenn keine zellige Beschaffenheit auf dasselbe übergegriffen hat); Tiefe desselben (parallel der Pyramidenlängsachse) 4 mm in maximo.

Dicke der Prominentia epitympanica 4,0—5 mm (= Prom. canal. facial. + Wulst des horizontalen Bogengangs darüber) zunächst dem Labyrinth; mit Entfernung davon bis auf 2 mm (zunächst dem Margo tympani der Schuppe, hier ohne Canalis facialis) zurückgehend.

Der Gesamtumriß der eigentlichen Paukenhöhle der Erwachsenen stellt ein Fünfeck dar (Fig. 27 u. 31), dessen Wände anliegen: 1) dem Canalis caroticus; 2) der Fossa jugularis; 3) der Insertion des Processus styloideus; 4) dem Wulst des Canalis facialis; 5) dem Tegmen tympani resp. dem Septum tubae. Zwischen letzterem und dem Knie des carotischen Kanals mündet der so umschlossene Raum durch den Canalis tubae medialwärts aus. Die hintere (mediale und obere Wand ist die Labyrinthwand; eine vordere untere laterale fehlt am Knochen; sie wird durch das Trommelfell gebildet.

Bei Kindern sind die unteren Ecken nicht so scharf ausgebildet wie bei Erwachsenen, so daß dann der Umriß mehr rundlich erscheint.

Das Antrum mastoideum (tympanicum, A. G.).

Das Antrum mastoideum (S. 176) ist beim Neugeborenen dreieckig abgegrenzt, und zwar:

1) gegen die Cella tympanica hin wie durch eine Schwelle durch die S. 177 erwähnte Prominentia epitympanica (Grenzwulst, Schwellenwulst).

2) Von oben deckt sie derjenige (laterale) Teil des Tegmen tympani, dessen Rand mit der oberen Seite des Margo petrosus der Schuppe später eine Verwachsung eingeht; er ist von allen drei Rändern der längste und reicht medial bis zur Gegend des Processus

inferior tegminis tymp. Die der Höhle zugekehrte Fläche des Tegmen trägt eine schräge, niedrige Leiste, die von dem zuletzt genannten Fortsatz aus rückwärts und lateralwärts hinzieht.

3) Gegen die Superficies mastoidea grenzt ihn ein manchmal sehr früh schon unterhöhlter Rand ab, der mit dem lateralen (oberen) Ende des Tegmen tympani spitzwinklig zusammentrifft.

Diese Abgrenzung bleibt bei der nachembryonalen Entwickelung, von geringen Abänderungen abgesehen, im wesentlichen bestehen. Es ist aber die Erweiterung des Antrum mastoideum der Cella epitympanica im Laufe des Wachstums zu besprechen, die sich gleichzeitig mit den anfänglich auch für sich angelegten Zellen des Mittelohrfelds der Schuppe nach deren Synostose mit dem Petrosum ausbildet.

Dieselbe wird bedingt: 1) durch das Wachstum des Tegmen tympani, dessen mit dem Schuppenrand verwachsener Teil beim Erwachsenen um $^1/_4$ bis knapp $^1/_3$ länger und um $^1/_4$ breiter ist als beim Neugeborenen. Die Längenzunahme kommt dabei hauptsächlich auf Rechnung der lateral-rückwärts gelegenen Partie zunächst dem Margo squamosomastoideus, die Breitenzunahme auf Rechnung der medialeren. Letztere bewirkt, daß während der schärferen Abknickung des unteren Teils der Schuppe in die wirkliche Horizontalebene der Schädelbasis, wobei ihr Margo petrosus lateral vorabwärts weicht, der Rand des Tegmen tympani in stetem Kontakte folgt. — 2) Durch einen Prozeß der Höhlenbildung mit Unterminierung der Superficies mastoidea, die zunächst dem Margo squamosomastoideus beginnt und ihn in ein höchst dünnes Knochenblatt verwandelt, welches bei Zusammenfügung des Petrosum mit der Schuppe frei, wie ein Stückchen Scheidewand in die nachembryonal entstandene Erweiterung der von beiden umschlossenen Höhle vorragt und die Anteile beider an ihr trennt (Fig. 26 II *17*). Indem ferner die Superficies mastoidea im 2. Jahre anfängt, sich zum Processus mastoideus herauszuwölben, geht durch eine Art Markraumbildung die Unterminierung derselben weiter in diesen Fortsatz hinein speciell dadurch, daß von dem mit Schleimhaut ausgekleideten Raume des Antrum mastoideum aus im Laufe der Jahre lufthaltige Ausbuchtungen in den Knochen entstehen, die in ihrer Tiefe sekundäre und tertiäre Ausbuchtungen aus sich entwickeln. Indem die zwischen den Ausbuchtungen bestehenden Scheidewände ganz oder teilweise schwinden, fließen benachbarte Ausbuchtungen entweder zu einer ganz zusammen oder treten in Kommunikation miteinander durch sekundär entstandene Löcher. Man bezeichnet das System dieser Ausbuchtungen als Cellulae mastoideae des Felsenteils (Fig. 27 *2*). Ihre Entwickelung ist abhängig von der Größe des Processus mastoideus. Ihre Verteilung und Größe innerhalb dessen ist individuell und nach Alter sehr variabel.

Anfangs sind sie stets länglich und, indem ihr blindes Ende sich später aufbläht, kolbenförmig. Die Zwischenwände verlaufen dabei zunächst radiär vom Antrum mastoideum aus, größtenteils rückwärts und dann abwärts gegen den Rand des Processus mastoideus. Im weiteren Verlauf strahlen dieselben nach der Peripherie gegen die Oberflächen des Processus mastoideus, besonders die hinteren äußeren auseinander und hängen mit dessen äußerer Wand zusammen. Zwischen ihnen und letzterer finden sich die sog. Terminalzellen, die nie durchlöcherte Seitenwände bekommen. Die diese mit dem Antrum verbindenden heißen Durchgangszellen. Letztere sind fast immer

kleiner und haben durchbrochene oder auf Bälkchen reduzierte Scheidewände, doch kommt auch das Gegenteil vor. Häufig geht die Resorption der Knochensubstanz so weit, daß die äußere Knochenwand des ganzen Processus mastoideus, ebenso die Zwischenwände der Terminalzellen papierdünn erscheinen. Letztere können sehr groß, bis über 1 cm lang werden, bei etwas geringerer durchschnittlicher Breite ($^1/_2$ cm), in excessiven Fällen aber noch weiter sein. Andererseits giebt es Warzenfortsätze, die im Inneren mehr der Diploë ähnliche Lückenbildungen ohne besonders weite Räume besitzen. Gegen den Canalis facialis sind die Warzenzellen stets durch eine dicke Knochenwand abgetrennt.

Von den Cellulae mastoideae aus können Lückenbildungen im lateralen Teil des Petrosum von großer Ausdehnung entstehen. Sehr gewöhnlich reichen dieselben bis dicht an den Sulcus sigmoideus und sind von diesem oft nur durch eine ganz dünne Knochenlamelle getrennt (Fig. 37 *9* u. *10*). Sie können sogar unter diesem durch bis in die Synchondrosis petrooccipitalis vordringen und mit ähnlichen Bildungen des Occipitale zusammenfließen. Zuweilen dehnt sich vom hinteren Teil des Antrum die diploëtische Höhlenbildung zwischen die festen Wände der Knochenkanäle des Labyrinths aus, so daß diese von einem Balkenwerk gleichsam getragen werden. Man findet die Hohlräume entweder mit fetthaltigem Knochenmark oder von den Warzenzellen aus mit Luft gefüllt und so zu Nebenräumen der Mittelohrhöhle umgewandelt.

Das ursprünglich die Warzenzellen und die ähnlichen Bildungen der Schuppe, die man als Schuppenzellen bezeichnen könnte, trennende Knochenblatt wird später, wenn die Verwachsung der beiden Knochen perfekt geworden ist, durchbrochen, so daß Schuppen- und Warzenzellen miteinander verschmelzen. Nur die meistens etwas geringeren Dimensionen der Schuppenzellen verraten ihre ungefähre Abgrenzung (Fig. 22 *9*) gegen die eigentlichen Warzenzellen. Bei Persistenz der Fissura squamosomastoidea soll noch beim Erwachsenen eine doppelte Knochenplatte mit Zwischenlagerung von Bindegewebe Warzen- und Schuppenzellen voneinander trennen (WILDERMUTH, auch SCHWALBE).

Während der Entwickelung dieser bedeutenden Erweiterung der lateralsten Abteilung der Cella epitympanica wird die innere Oberfläche der letzteren von geringfügigeren Veränderungen betroffen in medialeren Teilen, die dem Grenzwulst näher liegen, dessen Beziehungen zum horizontalen Bogengang und zur Befestigung des Incus (Ambos) erwähnt wurden. Dieser Grenzwulst verändert sich fast gar nicht mehr in postembryonaler Zeit; er behält stets eine glattere Oberfläche und ist beim Erwachsenen noch von auffälliger Aehnlichkeit mit dem des Neugeborenen und älteren Fötus. Indem der Wulst spitzwinklig mit dem Tegmen tympani und beide nach Verwachsung der Komponenten des Schläfebeins mit dem Planum epitympanicum der Schuppe zusammenstoßen, umfassen einen dreieckigen kurzen Kanal von ebenfalls nach der Geburt unverändert bleibender Größe, den Recessus epitympanicus, der von manchen Autoren der Paukenhöhle zugerechnet wird, in deren oberen Teil er sich öffnet. Sein unterer Rand ist durch den Margo tympanicus der Schuppe und die anliegenden Teile des Tympanicum gebildet. An diesem stößt seine untere Oberfläche spitzwinklig mit der oberen Wandfläche

des äußeren Gehörgangs zusammen (Fig. 46 I *23*, Fig. 37 *7*, *8*, *9*, Fig. 36, Fig. 45 B *19*, Fig. 19).

In diesem Raum liegt der größte Teil des Hammers und des Ambos (siehe Gehörknöchelchen Fig. 33).

Dehiscenzen der Wände der Paukenhöhle trifft man: 1) nach der Schädelhöhle zu im Tegmen tympani nicht selten; manchmal werden sie am Knochen vorgetäuscht, indem die den anscheinenden Defekt ausfüllenden Knochenblättchen so dünn sind, daß sie bei der Maceration zerstört werden (Flesch). Für ihre Entstehung wird Altersatrophie, angeborener Ossifikationsstillstand, Knochenresorption unter

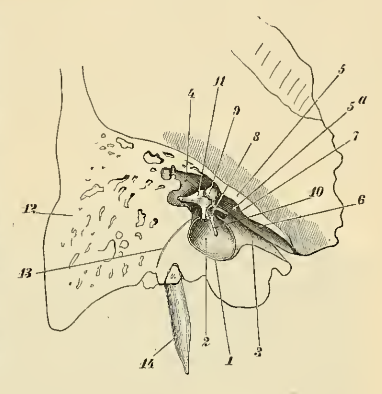


Fig. 33. Hammer und Ambos in natürlicher Lagerung zu den Teilen der Paukenhöhle. Durch einen vertikalen Längsschnitt der Schläfebeinpyramide freigelegt. *1* Sulcus tympanicus. *2* äußerer Gehörgang. *3* Sulcus tubae des Os tympanicum. *4* Recessus epitympanicus. *5* Tegmen tympani; *5a* dessen Processus inferior. *6* Fissura petrotympanica (Fiss. Glaseri); oberhalb, *7*, Crista tympanica (Gruber) erweitert (Sulcus malleolaris). Darin, *8*, Processus anterior des Hammers. *9* Hammerkopf. *10* Handgriff des Hammers. *11* Ambos. *12* Processus mastoideus. *13* der vom Canalis facialis aufsteigende feine Canalis chordae tympani geöffnet. *14* Processus styloideus.

Einfluß der Schwangerschaft, Druckatrophie von den verschiedenen Autoren als Grund vermutet. Die einschlägige Litteratur hat Merkel, Topographische Anatomie I, S. 541 zusammengestellt. 2) Häufig beobachtet man kleine, mitunter auch große Knochendefekte im Boden der Paukenhöhle, die Wand nach der Fossa jugularis hin durchbrechend. 3) Seltener sind Durchbrüche der Paukenhöhle nach dem Canalis caroticus.

Schaltknochen im Tegmen tympani beobachtete Gruber (Beitr. z. An. d. Schädelbas. 1869). Hyrtl, Anatomie S. 225, fand einmal beim Menschen das Tegmen tympani als selbständigen Knochen.

Das Kanalsystem für das Labyrinth des Gehörorgans und seine Beziehungen zum Petrosum.

Die hinter der Paukenhöhlung und der Cella epitympanica gelegene Partie des Felsenteils gleicht im Groben einer dicken, im Querschnitt vierkantigen Platte (Fig. 45 B, Fig. 19) und birgt in sich ein System von Kanälen und Höhlen, die das häutige Labyrinth des Gehörorgans und die dasselbe umspülende Flüssigkeit (Perilymphe) in sich enthalten und in ihrer Form den Verhältnissen des letzteren

angepaßt sind. Am macerierten Knochen erscheinen dieselben leer, d. h. lufthaltig.

Sie erhalten von allen Teilen des Schläfebeines am frühesten ihre Ausbildung Hand in Hand mit den zu ihnen in nächster Beziehung stehenden Teilen der Paukenhöhlung und besitzen schon zur Zeit der Fötalreife beinahe durchgehend ihre definitive Größe, während die übrigen Teile des Petrosum noch erheblich nachträglich wachsen. So kommt es, daß speciell der von dem Kanalsystem des Labyrinths gebildete Teil des Schläfebeines im Verhältnis zum Ganzen ein um so größerer ist, je jünger das untersuchte Felsenbein ist und im Stadium des noch knorpeligen Zustandes fast allein den hinter dem Gebiet der Paukenhöhlung gelegenen Teil des Petrosum ausmacht. Die vom letzteren gebildeten Wände und Kanäle liegen daher zum großen Teil um diese Zeit an der Oberfläche des Petrosum, so daß deren Modellierung der äußeren Gestalt der Kanalwände streckenweise geradezu ähnlich ist. Indem nach Vollendung der relativen und absoluten Größendimensionen der letzteren die Volumenzunahme des Schläfebeines durch Ablagerung neuer Knochensubstanz und Ent-

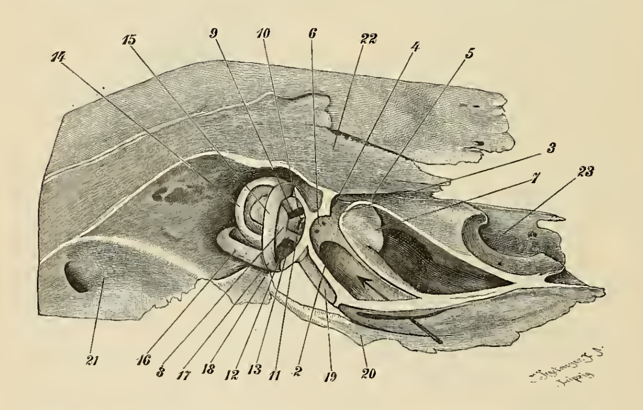


Fig. 34. Die Figur ist $1^1/_3$ mal vergrößert. Knöchernes Labyrinth des Erwachsenen von oben gesehen. Die knöcherne Labyrinthkapsel ist frei gelegt und zum Teil entfernt, so daß deren Kanäle geöffnet sind. Dasselbe Präparat von hinten gesehen ist in Fig. 35 dargestellt. *1* Eingang in den Porus acusticus internus. Die Spitze des durch ihn eingeführten Pfeils ist im Kanal sichtbar, dessen obere Wand entfernt wurde, *2* Crista falciformis. *3* Anfang des Canalis facialis geöffnet. *4* Loch, durch welches der Nervus facialis weiter zieht. *5* Furche für den Nervus petrosus superfic. major. *6* Grube mit Löchern für den N. utriculi zum Recessus ellipticus. *7* Außenwand der Schnecke. *8* Vestibulumhöhle geöffnet, so daß dessen untere Wand von innen sichtbar wird. An dieser: *9* Fenestra ovalis. *10* Laminae spiralis der Schnecke, hinter deren Umbiegung ineinander das kleine Grübchen: *11* Recessus cochleae; hinter diesem, *12*, Crista ampullaris inferior; hinter dieser, *13*, Ampullenmündung des unteren senkrechten Bogenganges. *14* horizontaler Bogengang. *15* oberer senkrechter Bogengang. *16* unterer senkrechter Bogengang. *17* Crus commune beider senkrechten Bogengänge. *18* Aquaeductus vestibuli. *19* Aquaeductus cochleae. *20* stehengebliebener Hinterrand des Petrosum. *21* Fossa sigmoidea (Sin. transversus). *22* Tegmen tympani. *23* mediale Mündung des Canalis caroticus.

wickelung spongiöser Diploë um und zwischen dieselben fortschreitet, wird die zuerst äußerlich frei vorliegend gewesene Modellierung größtenteils ausgeglichen und die Kanalwände in die Tiefe des Petrosum gleichsam vergraben.

Währenddessen entwickelt sich schon gleich im Innern der Pars petrosa ein Gegensatz in der Dichtigkeit der Knochensubstanz, indem die unmittelbar den Kanälen des Labyrinths anliegenden, also deren unmittelbare Wand bildenden Knochenlagen schon sehr früh kompakt und hart werden, während im übrigen der Felsenteil beim Erwachsenen vorwiegend aus spongiöser Substanz im Innern aufgebaut ist mit einem nur dünnen Oberflächenüberzug aus kompakter Knochensubstanz (Fig. 46 *3*). Diese kompakte Oberflächenlage und die stets etwas dickere kompakte Wand der Labyrinthkanäle verschmelzen ohne Grenze miteinander, wo die letzteren selbst der Oberfläche sehr nahe bleiben (Eminentia arcuata, Promontorium, Prominentia canalis semicircularis externi) oder biegen ineinander um an Stellen, wo Teile der Kanäle an der Oberfläche ausmünden (Aquaeductus vestibuli, Aquaeductus cochleae). Die bei oberflächlicher Betrachtung wie aus einem Guß gefertigte, die Labyrinthkanäle umschließende kompakte Knochenmasse erscheint wie deren specifische Umhüllung und wird kurzweg als knöcherne Labyrinthkapsel (SCHWALBE) bezeichnet. Wo sie

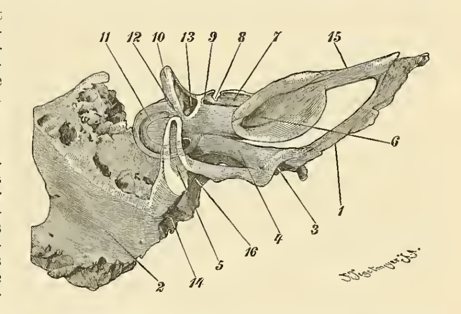


Fig. 35. Die Figur ist 1,28 mal vergrößert. Knöchernes Labyrinth des Erwachsenen von hinten gesehen. Die Knochenwände der Labyrinthkanäle sind aus der Spongiosa des Schläfebeins herauspräpariert und die Kanäle selbst aufgesägt. *1* stehengebliebener Randteil des Petrosum entsprechend der hinteren Kante der Pyramide. *2* Sulcus sigmoideus (Sin. transversus). *3* Apertura inferior Aquaeductus cochleae. *4* die freigelegte Wand desselben. *5* Aquaeductus vestibuli der Länge nach geöffnet bis zur Stelle seiner Einmündung ins Labyrinth. *6* Eingang in den Porus acusticus internus. Bei *7* derselbe der Länge nach geöffnet. *8* Loch, durch welches der Nervus facialis denselben verläßt. *9* Loch für den Nervus utriculi. *10* Wand des oberen vertikalen Bogenganges. *11* unterer vertikaler Bogengang. *12* Crus commune beider Bogengänge, in welches der Aquaeductus vestibuli mündet. *13* Vestibulum, geöffnet. *14* Synchondrosis petrooccipitalis. *15* stehengebliebener Randteil entsprechend der oberen Kante der Pyramide. Die zwischen diesem und *1*, der unteren Pyramidenkante befindliche Lücke ist durch Wegräumung der spongiösen Substanz entstanden. *16* Fossa jugularis.

mit der Oberfläche des Petrosum nicht in Verbindung steht, ist sie von Spongiosabälkchen getragen. Ihre Härte und Dichtigkeit übertrifft die aller anderen Knochenteile und kann demjenigen, der sie durch Wegmeißeln der umgebenden spongiösen Substanz am erwachsenen Knochen künstlich isolieren will, als Maßstab für die Beurteilung dienen, wo er mit dieser Arbeit einhalten muß. Am jugendlichen Knochen gelingt die Isolierung rascher. Die durch Fig. 34, Fig. 35 abgebildeten Präparate sind auf diese Weise her-

gestellt worden. Sie geben einmal eine Außenansicht der künstlich isolierten knöchernen Labyrinthkapsel. Außerdem aber sind einzelne Teile dieser selbst entfernt und dadurch ein Einblick ins Innere des darin enthaltenen Kanalverlaufs ermöglicht, gleichzeitig auch die vielfach vorhandene Aehnlichkeit der Außenform der Labyrinthkapsel mit der Form der eingeschlossenen Kanäle ersichtlich gemacht. Immerhin ist die Isolierung der Außenfläche der Bogenkanäle etwas weiter getrieben, als der Wirklichkeit entspricht, da in den zwischengelegenen Ecken und Winkeln die Wände benachbarter Teile zu einer dickeren Masse zusammenfließen. Wie weit dies in jedem Einzelfalle zutrifft, hängt von der Dicke der Kanalwände ab. Diese ist nicht überall gleich, wird im allgemeinen beim Erwachsenen $1^1/_2$—2 mal so dick wie beim Neugeborenen infolge von Apposition von Knochenmasse an ihrer Außenseite, ist auch individuell wechselnd. Sie schwankt zwischen 1—$2^1/_2$ mm durchschnittlich, kann in excessiven Fällen mehr betragen. Relativ häufig sklerosiert die zwischen den Bogenkanälen gelegene Spongiosa bis auf geringfügige Reste im Gebiet der Fossa subarcuata; seltener findet man die Diploë des Petrosum so stark sklerosiert, daß die knöcherne Labyrinthkapsel als solche nicht mehr von der Umgebung zu unterscheiden ist. In einem Teil der Labyrinthkapsel (nämlich an dem Schneckenkanal) tritt eine Art Markraumbildung auf. Die Wand des Porus acusticus internus ist durch eine ebenso dicke kompakte Knochenplatte gebildet wie die Labyrinthkapsel, mit der sie ohne Abgrenzung zusammenhängt.

Uebersicht über die Kanäle für das Labyrinth des Gehörorgans.

Das Höhlen- und Kanalsystem in der knöchernen Labyrinthkapsel besteht aus:

1) einem etwas weiteren Sammelraum, Vorhof, Vestibulum (Fig. 34 *8*, Fig. 35 *13*, Fig. 37 zwischen *15* u. *12*), der im Groben einem plattgedrückten Oval mit ungefähr sagittaler Längsachse gleicht und am macerierten Knochen durch die Fenestra ovalis mit der Paukenhöhle in offener Verbindung ist (s. Fig. 46, Erklärung).

2) Drei bogenförmig (halbkreisförmig) verlaufenden Gängen, Bogengänge, Ductus semicirculares (Fig. 34 *14*, *15*, *16*), die vorwiegend lateral aus dem Vestibulum hervortreten und nach kürzerem oder längerem, bogenförmigem Verlauf in dasselbe zurückmünden. Sie verlaufen in drei zu einander ungefähr senkrechten Ebenen, so daß diese miteinander eine nach vorn, lateral- und aufwärts offene körperliche Ecke einschließen. Nach ihrer Lage zur Horizontalebene werden zwei, ein oberer, gleichzeitig vorderer (Fig. 34 *16*, *15*) und ein hinterer, gleichzeitig unterer (Fig. 35 *10*, *11*), als senkrechte Bogengänge, der dritte aber als horizontaler Bogengang (Fig. 34 *14*) bezeichnet. Derselbe liegt zum hinteren (unteren) senkrechten Bogengang so, daß dieser von der durch ersteren gelegten Ebene unterhalb seines Scheitels halbiert werden würde. Der obere senkrechte Bogengang liegt ganz oberhalb der Ebene des horizontalen. In Bezug auf die Längsachse der Pyramide steht der obere senkrechte Bogengang in einer Querschnittebene, der untere senkrechte und horizontale in Ebenen parallel der Pyramidenlängsachse. Der horizontale Bogengang besitzt zwei eigene

Mündungen ins Vestibulum, an jedem Ende eine (Fig. 37 *13*, *13a*, die beiden senkrechten Bogengänge, im ganzen zusammen drei Mündungen, weil ein Ende von jedem der beiden zu einem gemeinsamen Mündungsrohr verschmolzen ist (Crus commune, Fig. 35 *12*, Fig. 34 *17*).

3) Dem aus zwei Parallel-Abteilungen bestehenden Schneckenkanal, Ductus cochlearis. Dessen obere Abteilung geht aus der untersten Abteilung des Vestibulums nach vorn heraus, während seine untere Abteilung unterhalb des vorderen Endes des Vestibulums mit der Fenestra rotunda seinen Anfang nimmt (Fig. 46 *2*). Aus der anfänglichen Richtung nach vorn biegt der Schneckenkanal mit abwärts konvexem Bogen medialwärts in annähernd frontale Ebene und endet, nachdem er $2^1/_2$ vorwärts steigende Spiralwindungen zurückgelegt hat, blind wie ein Schneckenhaus. In den Winkel zwischen medialer Seite des Vestibulums und hinterer Seite der Spiralwindungen des Schneckenkanals schiebt sich das laterale Ende des Porus acusticus internus von der medialen Seite und hinten ein. Das Lumen des letzteren ist von dem des Vestibulums und des Schneckenkanals nur durch dünne, von Nerven durchbrochene (Fig. 36 *22*) Scheidewände getrennt. Seine Scheidewand gegen den Schneckenkanal besitzt diesem entsprechend eine spiralige Zeichnung (Fig. 36 *25*, Fig. 38 *7*).

Die größte Diagonale der Lichtung des Labyrinths beträgt 17,5 bis 18 mm, die größte der Knochenkapsel 19,5 bis 20,5 mm und fällt ziemlich genau mit der Längsachse der hinteren Abteilung des Petrosum zusammen. Der medialste Punkt liegt im medialen Scheitelpunkt der untersten Schneckenwindung, der lateralste im Scheitel des unteren senkrechten Bogenganges (Fig. 34). In der Mitte zwischen diesen liegt ungefähr das Vestibulum.

Für die gröberen Lageverhältnisse des Labyrinths lassen sich die künstlich ausgemeißelten Präparate (Fig. 34 *21*) verwerten. Die Konfiguration der Hohlräume läßt sich nur mit Hilfe von Durchschnitten mit Eröffnung der letzteren oder an isolierten Ausgüssen derselben studieren. Die Resultate beider Untersuchungswege ergänzen und kontrollieren sich, doch beschränkt sich die Beschreibung der natürlichen Verhältnisse eigentlich auf die Beschreibung der Konfiguration der Höhlen, die man sich an Durchschnitten der Kanäle zur Anschauung bringt. Nur an so gewonnenen Präparaten lassen sich die Details der Innenfläche der Kanäle in ihren wirklichen Beziehungen verstehen. Für die Detailbeschreibung ist demnach immer nur auf diese zurückzugreifen. Dasselbe gilt für den Porus acusticus internus.

Der innere Gehörgang.

Der innere Gehörgang, Porus acusticus internus, dient dem Nervus acusticus und facialis zur Aufnahme und besitzt an seinem lateralen, dem Labyrinth zunächst liegenden Ende enge Durchtrittslöcher, durch die diese Nerven die Schädelhöhle verlassen. Beim 6-monatlichen Föt ist eigentlich nur sein lateralster Teil ausgebildet in Gestalt einer $2^1/_2$ mm tiefen, 4 mm breiten rundlichen Grube der hinteren oberen Fläche der Schläfenbeinpyramide mit ringsum gut entwickelter Abgrenzung. Beim Erwachsenen hat derselbe sich verlängert zu einem im Schädel fast transversal und horizontal gestellten Rohr. Genau genommen, weicht seine Richtung lateralwärts aus der

rein transversalen nach vorn, aus der horizontalen nach unten ein wenig ab (Fig. 36). Sein mediales Ende ist in der Ebene der hinteren Pyramidenfläche schräg abgeschnitten, so zwar daß eine schärfere Abgrenzung der medialen Eingangsöffnung nur im hinteren Umfang durch

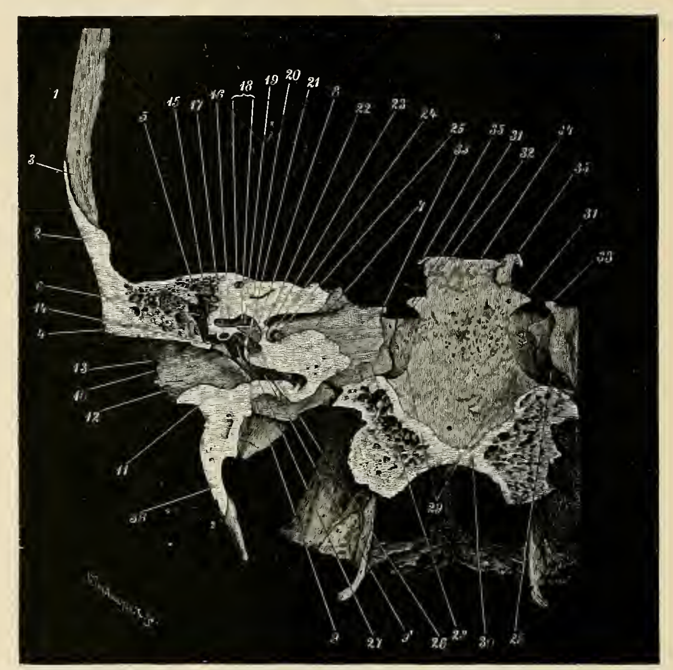


Fig. 36. Frontalschnitt des erwachsenen Schädels von hinten gesehen. Die Schnittebene geht durch die Längsachse des äußeren Gehörganges und des inneren Gehörganges. Die Schnittflächen sind weiß gehalten. *1* Parietale. *2* Schuppe des Schläfebeins. *3* Sutura parieto-squamosa. *4* Grenzkante zwischen Basis und Decke des Schädels. *5* Tegmen tympani. *6* Recessus epitympanicus. *7* Porus acusticus internus. *8* Vestibulum. *9* Paukenhöhle gegenüber dem Abgang des Canalis tubarius; *9'* unterster Teil der Paukenhöhle. *10* Meatus acusticus externus. *11* Sinus meatus. *12* Sulcus tympanicus. *13* Rivini'scher Ausschnitt. *14* Spina tympanica posterior. *15* Prominentia canalis semicircularis. *16* horizontaler Bogengang, dessen vorderer Schenkel geöffnet ist; darunter *17* Canalis facialis. *18* Durchschnitt und Ampullenmündung des oberen senkrechten Bogengangs. *19* Rinne für die oberen Ampullennerven. *20* Fossa subarcuata (Rest derselben). *21* Fenestra ovalis, angeschnittene Oeffnung desselben. *22* Scheidewand des Vestibulum und des Porus acusticus internus. *23* Fossula superior des Porus acust. int. *24* Crista falciformis. *25* Fossula cochlearis (mit Tractus spiralis). *26* Anfangsteil der Schnecke. *27* Promontorium. *28* Semisulcus petrosus inferior. *29* Semisulcus petrosus inf. des Occipitale. *30* Schnittfläche des Basioccipitale. *31* Endzacke des Randes des Semisulcus petrosus des Sphenoidale. *32* Sutura petrobasilaris. *33* Spitze, die die Impressio trigemini (zuweilen) vom Semisulcus petrosus trennt. *34* Dorsum sellae. *35* Proc. clinoideus posterior. *36* Processus styloides.

eine mehr oder weniger scharfe oder abgerundete Kante entsteht, während im vorderen Umfang die Innenfläche des Kanals ganz allmählich auf die Pyramidenfläche ausläuft (Fig. 37 *1*). Die Länge des Kanals, von seinem lateralen Ende bis zum freien Rande der hinteren Kanalwand gemessen, beträgt 7—10 mm. Seine Weite hat beim Neugeborenen schon fast die definitive von 5 mm erreicht, in der nachträglich angebildeten medialen Verlängerung reduziert sie sich auf 4 mm Querdurchmesser (Fig. 36 *7*, Fig. 37 *1*, Fig. 46 I *4*). Das Lumen des Kanals wird durch eine von seiner vorderen auf die laterale

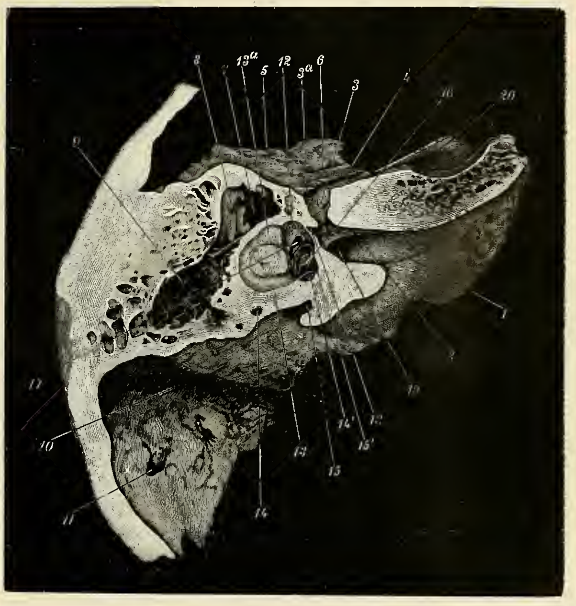


Fig. 37. Horizontalschnitt der linken Schläfebeinpyramide des Erwachsenen durch die obere Abteilung des Porus acusticus internus und die Ebene des horizontalen Bogenganges. Schnittflächen sind hell gehalten; dargestellt ist die untere Schnitthälfte von oben gesehen. *1* Porus acusticus internus; *2* dessen Crista falciformis. *3* Anfangsstück des Canalis facialis; *3 a* Eingang in dessen Hauptfortsetzung (hier nach links). *4* Sulcus n. petros. superf. maj. *5* Tegmen tympani. *6* Sulcus n. tympanici (petr. sup. min.). *7* äußerer Gehörgang. *8* Recessus epitympanicus. *9* Antrum mastoideum. *10* Fossa sigmoidea. *11* Foramen mastoideum. *12* Vestibulum. *13* Horizontaler Bogengang; *13 a* dessen Ampullenmündung. *14* Querschnitt des senkrechten unteren Bogenganges; *14'* dessen Ampullenmündung ins Vestibulum, darin die Oeffnung des Canalis singularis. *15* äußere Mündung des Aquaeductus vestibuli; *15'* Durchschnitt der Furche unterhalb seiner Mündung ins Vestibulum, *16* Lamina spiralis und L. spiral. secundaria, davor der Eingang zur Scala vestibuli. Darüber, *17*, Fenestra ovalis, durch welches hindurch ein Stückchen des Promontorium in der Paukenhöhle gesehen wird. *18* Kanal für den Nervus utriculi, der mit mehreren Löchern (bei 12) in den Recessus ellipticus mündet. *19* Fossula cochlearis. *20* obere Mündung des Canalis caroticus.

Wandfläche (Scheidewand gegen das Vestibulum, Fig. 36 zwischen *14* und *12*) umbiegende sichelförmige Knochenleiste, Crista falciformis (Fig. 37 *2*, Fig. 38 *1*, Fig. 39 *2*), die medialwärts sehr allmählich sich verliert, in eine obere kleinere und eine untere Abteilung unvollkommen geschieden (Fig. 36 *23*, *25*). Die der Scheidewand gegen das Vestibulum (Fig. 36 *22*) zunächst gelegenen Teile beider Abteilungen bilden deutlich vorwärts ausgebuchtete Gruben, zwischen denen die Crista falciformis höher heraustritt. In der Grube der oberen Abteilung finden sich zwei größere Löcher durch ein scharfes Knochenleistchen getrennt; das medialere führt in den Canalis facialis (Fig. 37 *3*); das laterale durchbohrt die Scheidewand ins Vestibulum, wo es mit vielen Löchern mündet, Fig. 37 *12* (Macula cribrosa super.) und ist bestimmt für den Ramus superior nervi acustici (Fig. 37 *18*). In der Ansicht von hinten dargestellt in Fig. 39 *4*, *5*, Fig. 38 *2*, *9*. Statt eines können mehrere Löcher für den zuletzt genannten Nerven vorhanden sein; sie bilden dann die Area cribrosa superior. Die Grube der unteren Abteilung, Fossula cochlearis, ist breiter und einem kleinen Hohlkegel entsprechend gestaltet. Der Schneckenkanal des Labyrinths ist um diesen gleichsam herumgewunden und so die Wand dieses Grübchens durch die ihm zugekehrten Teile der Wand der Schnecke gebildet. Letztere sind als zarte Wulstbildung an der Wand des Grübchens erkenntlich. Die Wand des

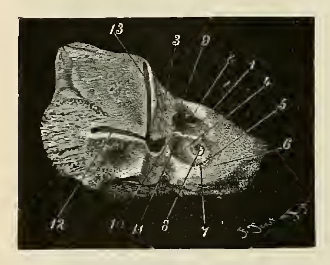


Fig. 38. Petrosum vom Neugeborenen von hinten gesehen. Beide senkrechten Bogengänge eröffnet. Von der Wand des Porus acusticus internus ist möglichst viel entfernt, jedoch darauf geachtet, daß der Verlauf des den natürlichen Eingang umgrenzenden Knochenrandes künstlich ähnlich herausgemeißelt wurde, wie er bei intakt gelassenem Knochen sich verhält. *1* Crista falciformis. *2* oberes Grübchen mit Durchtrittslöchern für den Nerv. facialis und N. utriculi. *3* Scheidewand des Vestibulums und des Porus acusticus internus, teilweise oben entfernt. *4* Fossula cochlearis. Der untere Rand derselben, *5* Randwulst (Limbus) der Fossula cochlearis (Anfangsstück des Spiralwulsts) läuft parallel dem unteren Rande des Eingangs in den Porus acusticus internus. Letzterer, *6*, hell gehalten, biegt von der medialen Seite her in die Crista falciformis ein. An der unteren Seite dieser verliert sich auch der Randbogen der Fossulae cochlearis eine kurze Strecke weit, erscheint aber wieder bei *4* in der gedachten Fortsetzung seines spiralig gebogenen Anfangsverlaufs als glatter niedriger Wulst und wird nach Vollendung einer weiteren Spiralwindung unmerklich. Seiner konkaven Seite entlang liegt eine spiralige Reihe von Löchern in einer sehr seichten Furche. *7* Tractus spiralis foraminosus, die innerhalb der Fossula cochlearis $^1/_2$ Spiralwindung vollzieht. Im Krümmungscentrum der letzteren endet sie mit einem siebförmig durchbrochenen Grübchen, *8*, oder größeren Loch (Anfang des Canalis centralis cochleae). Die Löcherreihe des Tractus spiralis setzt sich andererseits entlang der medialen Wand des Vestibulum quer über die Crista faciformis bis dicht an die laterale Seite des Anfangs des Canalis facialis fort. Die oberhalb der Crista falciformis befindlichen Löcher, *9*, und diejenigen auf der Crista selbst, *10*, führen zu dem Recessus ellipticus des Vestibulum sowie zu den Ampullen des horizontalen und oberen vertikalen Bogenganges. *11* Die zunächst unter der Crista falciformis befindliche Gruppe von Löchern führt in den Recessus sphaericus des Vestibulum. Die stärker spiralig gekrümmte Abteilung der Löcherreihe führt in den Achsenteil der Schnecke. (Vergl. auch Fig. 39 bezüglich des Foramen singulare; Fig. 43 bezüglich des Verhältnisses der Fossula cochlearis zum Schneckenkanal.) *12* unterer senkrechter Bogengang. *13* oberer senkrechter Bogengang geöffnet.

Anfangsteils der ersten Schneckenwindung erscheint dabei als äußerste Umgrenzung des Grübchens von unten her, und ist der Anfang des Spiralwulsts der Fossula cochlearis (Fig. 38 *5*). Dieser läuft beim Neugeborenen parallel dem unteren Eingangsrande des Porus acusticus internus von der Scheidewand gegen das Vestibulum aus in abwärts konvexem Bogen medialwärts bis zur Unterseite der Crista falciformis, mit der er eine kurze Strecke weit völlig verschmilzt und unsichtbar wird; aber in der gedachten Fortsetzung des [spiraligen] Anfangsbogens tritt die Wulstbildung durch die Schneckenwand nunmehr etwas flacher unter der Crista falciformis wieder hervor und vollendet noch eine weitere Spiralwindung (Fig. 38 bei *4*, Fig. 39 *9*). An der konkaven Seite des ganzen spiraligen Wulstverlaufs zieht eine sehr seichte Furche her und in ihr eine ebenfalls spiralig geordnete Reihe von Löchern,

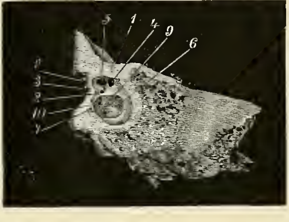


Fig. 39. Laterales Ende des Porus acusticus von der medialen Seite besehen, vergrößert, von dem Schläfebein einer 12-jährigen Person. *1* Schnittfläche des Knochens (die kompakte Wand des Porus acusticus ist punktiert und umfaßt das Ende des Ganges, welches dunkler gehalten ist). *2* Crista falciformis. *3* mediale Wand des Vestibulum. *4* Anfang des Canalis facialis. *5* Loch für den Nervus utriculi. *6* Fossula cochlearis, darin Löcher, deren charakteristische Anordnung in Spirallinie in dieser Ansicht nicht hervortritt (vgl. Fig. 38). *7* Foramen singulare (für den Ampullennerv des unteren senkrechten Bogenganges). *8* angeschnittener Raum des Vestibulum. *9* Rand der Fossula cochlearis, der mit der Crista falciformis hier zusammenfließt. *10* Löcher für den Nerv. sacculi.

T r a c t u s   s p i r a l i s   f o r a m i n o s u s (Fig. 38 *7*), die innerhalb der Fossula cochlearis im ganzen $1\,^1/_2$ Spiralwindungen beschreibt. Sie endet etwa in der Krümmungsachse der letzteren an einer porösen Knochenmasse, die die tiefste Einsenkung der Fossa cochlearis ausfüllt und entweder von einem größeren Loch (F o r a m e n   c e n t r a l e   c o c h l e a e), Fig. 43 *6*, oder von vielen kleinen Löchern durchbohrt ist Am entgegengesetzten Ende des Tractus spiralis for. stehen die Löcher zu zweien bis dreien in der Reihe nebeneinander, bis an der Scheidewand gegen das Vestibulum die Kontinuität der Reihe unterbrochen ist. Die genannten Löcher dienen dem Schneckennerven zum Eintritt in den Schneckenkanal. Weiter oben findet sich in der gedachten Fortsetzung der Reihe a n   d e r   S c h e i d e w a n d   g e g e n   d a s   V e s t i b u l u m unterhalb der Crista falciformis die A r e a   c r i b r o s a   m e d i a, eine Gruppe isoliert stehender Löcher für den Nervus saccularis (Fig. 39 *10*, Fig. 38 *11*). Dieselbe wird meistens noch über die Crista hin fortgeführt in der Richtung auf das oder die Durchtrittslöcher des Nervus utricularis in der oberen Abteilung des Porus acustic. internus hin durch Löcher, welche als von diesem abgesprengt angesehen werden können. Die letzteren sind nicht konstant (Fig. 39 unter *5*, Fig. 38 zwischen *9* und *10*). — Ein isoliertes Loch, welches unmittelbar hinter dem Bereich der Fossula cochlearis und der Scheidewand gegen das Vestibulum liegt, F o r a m e n   s i n g u l a r e (Fig. 39 *7*), dient dem Ampullennerv des unteren senkrechten Bogengangs zum Durchtritt.

Das Höhlensystem des Labyrinths.

Eine genauere Beschreibung der Einzelheiten nimmt ihren Ausgang am besten vom Vestibulum.

Der Raum des Vestibulums schaltet sich (Fig. 36 *8*) zwischen laterales Ende des Porus acusticus internus und Pelvis ovalis der Paukenhöhle ein (Fig. 36 *22*, *21*, *9*; Fig. 46 I zwischen *4* und *22*); in allen übrigen Stellen bleibt er Oberflächenteilen des Petrosum fern. Seiner Gestalt nach könnte man ihn als ein etwas plattes Oval bezeichnen, dessen längste Achse der Ebene des oberen senkrechten Bogenganges parallel steht (Fig. 34 *8*; Fig. 41 der Raum zwischen *3* und *9*; Fig. 37 *12*), dessen eine der Fenestra ovalis (Fig. 25 *21*) anliegende Seite stärker eingedrückt ist als die entgegengesetzte medial aufwärts davon gelegene (Fig. 36 *22*). Von den Querschnittsdurchmessern ist daher der längste medial abwärts, der kürzeste medial aufwärts gerichtet (Fig. 36 die ovale Höhle links von *22*). Die mediale und laterale Wandhälfte konvergieren aufwärts ein wenig, so daß die Breite des Vestibulums aufwärts abnimmt (Fig. 41 die Linie *9*, *31*, *3* etc.).

Maße des Vestibulums:

Auf dem Frontalschnitt (Fig. 36)

horizontal gemessen	oberhalb der Fenestra ovalis	4 mm	Breite
	unterhalb der „ „	2,8 mm	„
senkrecht gemessen		6,7 mm	Höhe
in längster Längsachse gemessen		7 mm	„

Auf dem Horizontalschnitt mißt der längste Durchmesser 7 mm.

Außer durch das Foramen ovale ist die Wand des Vestibulums noch von 6 größeren Löchern, den Mündungen der halbkreisförmigen Kanäle und der Scala vestibuli des Schneckenkanals durchbohrt. Die Löcher nehmen einen relativ großen Teil der Vestibulumwand ein und bedingen, daß deren Umriß fast in jeder Schnittebene ein anderer wird. In längerer Strecke ohne gröbere Unterbrechung verläuft eigentlich bloß der dem Porus acusticus anliegende und aufwärts davon befindliche Teil der Höhlenwand, die sog. mediale Wand des Vestibulums.

Von den gröberen Oeffnungen der Bogengänge nehmen drei dicht beisammen den hintersten Pol des Vestibulums ein (Fig. 40 *4*). Durch die oberste der Oeffnungen mündet zu einem gemeinsamen Rohr (Crus commune [*6'*]) vereint je ein Schenkel der beiden senkrechten Bogengänge (*7a* und *6*), die lateraler liegende mittlere ist die Mündung des hinteren Schenkels des horizontalen Bogengangs (Fig. 40 *5*; 37 *13*); durch die untere mündet der untere (Ampullen-) Schenkel des hinteren, senkrechten Bogengangs (*7*; auch Fig. 41 unterhalb *8*; 37 *14*). Die Mündungen sind durch Knochenkanten voneinander geschieden; die untere (Ampullen-)Mündung des unteren senkrechten Bogengangs auch gegen das Vestibulum durch eine scharfe Kante (Crista ampullaris inferior) abgesetzt (Fig. 41 *9*; Fig. 37 oberhalb *14*). Von ihrem Vorderumfang aus entspringt eine zarte Kante, die an der lateralen Wand des Vestibulums sich spaltet. Die beiden durch die Spaltung getrennten Kanten divergieren zum oberen und unteren Umfang der Fenestra ovalis, mit deren hinterem Rande sie ein dreiseitiges, mit einem Loch versehenes Feld einschließen. Das Loch ist in Fig. 37 unterhalb der Fenestra ovalis (*17*)

angedeutet. Medial und unterhalb dieser Kante und vor der Crista ampullaris inferior ist ein kleines Grübchen, Recessus cochleae (Fig. 41 *13*). Der ganze, vorwärts davon gelegene Raum ist schon als Teil der Mündung der oberen Abteilung (Scala vestibuli) des Schneckenkanals (Fig. 41 *14*) anzusehen, die durch zwei sehr dünne, vorn durch einen schmalen Schlitz der Länge nach getrennte, hinten aber ineinander umbiegende Plättchen (L a m i n a e s p i r a l e s) nach abwärts unvollkommen abgeschlossen ist (Fig. 37 *16*; Fig. 41 *16*, Fig. 46 II *19*, *20*) gegen die Scala tympani (Fig. 41 *17*; Fig. 32 *8*).



Fig. 40. Frontalschnitt des erwachsenen Schädels, hintere Schnitthälfte von vorn gesehen. Die Schnittebene der linken Seite des Präparats liegt ein wenig weiter rückwärts als die der rechten. *1* Vorderfläche des Processus mastoideus. *2* Antrum mastoideum. *3* Fossa jugularis. *4* Vestibulum. *5* Horizontaler Bogengang, lateral Querschnitt desselben, medial seine hintere Einmündung in das Vestibulum. *6* Querschnitt des oberen senkrechten Bogengangs. *6'* Einmündung desselben ins Vestibulum. *7* Ampullenmündung des senkrechten unteren Bogenganges. Bei *7a* Zusammentreffen der beiden hinteren Schenkel der senkrechten Bogengänge zum Crus commune, in der rechten Seite des Präparates sichtbar, auf der linken Seite desselben in der Zeichnung durch punktierte Linien angedeutet. Rechts ist auch die Mündung des Crus commune ins Vestibulum sichtbar. *8* Teil der Paukenhöhle (Sinus tympani). *9* Canalis facialis (Querschnitt). *10* Querschnitt der Höhle für den Musculus stapedius. *11* Pfeil in den Canalis hypoglossi. *12* Hinterrand des Foramen occipitale (magnum). *13* Sinus transversus. *14* Crista occipitalis interna.

Lateral-vor-aufwärts von dem Raume der Schneckenmündung ins Vestibulum (Fig. 32 *17*; Fig. 36 *26*) liegt die Fenestra ovalis (Fig. 41 *18*; Fig. 32 *1*; Fig. 36 *21*); oberhalb und vorn von dieser die Mündung des vorderen (Ampullen-)Schenkels des horizontalen Bogenganges (Fig. 37 *13*; Fig. 36 *16*), vor dieser die vordere (Ampullen-)Mündung des oberen senkrechten Bogenganges (Fig. 36 *18*; Fig. 41 *2*), die von dem Raum des Vestibulums durch eine scharfe Kante, Crista ampullaris superior (Fig. 41 *3*), abgegrenzt ist.

Eine durch die laterale Seite des oberen senkrechten Bogenganges der Länge nach gelegte Schnittebene trifft in ihrer Fortsetzung fast alle die beschriebenen Mündungen; dieselben sind dementsprechend in Fig. 41 sichtbar dargestellt mit einziger Ausnahme

der Mündung des horizontalen Bogenganges, die sich, weil sie schon mehr an der lateralen Wand des Vestibulums gelegen ist, nicht mehr ordentlich markiert (vergl. auch Fig. 36 *16*; Fig. 37 *13* und *13a*, Fig. 45 B *22*).

Die mediale Wand des Vestibulums im strengen Sinne würde bloß die Scheidewand desselben gegen das laterale Ende des Porus acusticus internus darstellen (Fig. 36 *22*). Ihre dem Vestibulum zugekehrte Fläche ist scharf begrenzt, vorn und hinten durch die Cristae ampullares (Fig. 41 *3* und *9*) gegen die Mündungen der senkrechten Bogengänge, abwärts durch die Abgrenzung der Mündung der Scala vestibuli der Schnecke, vor dieser durch die (mediale Seite der) Fenestra ovalis (Fig. 37 *16*, *17*; Fig. 41 *18*; s. auch Fig. 36 *26*, *21*). Nach oben jedoch fehlt jegliche scharfe Abgrenzung derselben, so daß in dieser Richtung die Fläche sich kontinuierlich zu einer der Lage nach medial oberen Vestibulumwand fortsetzt (in Fig. 36 rechts oben von *19*), rück-aufwärts von welcher die Innen-

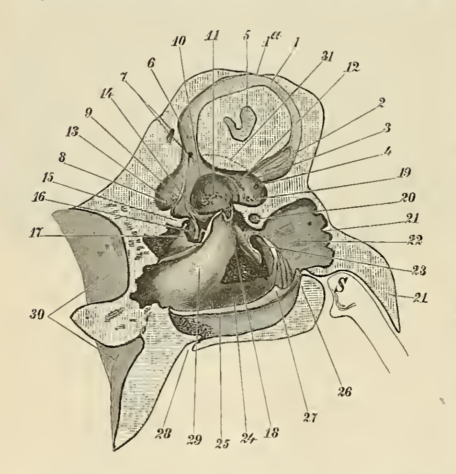


Fig. 41. Querschnitt durch die rechte Schläfebeinpyramide in der Ebene des oberen senkrechten Bogenganges, mediale Schnittfläche, etwa $3^1/_2$ mal vergrößert. *1* oberer senkrechter Bogengang, seine Wand bei *1a* durchbrochen; *2* dessen Ampulle; *3* deren Crista ampullaris; *4* Loch für den Zutritt des Ampullennerven. *5* Fossa subarcuata. *6* Crus commune der beiden senkrechten Bogengänge; darin, *7*, Mündung des Aquaeductus vestibuli; derselbe außerhalb des Bogenganges links daneben im Durchschnitt. *8* Ampulle des unteren senkrechten Bogenganges mit Mündungen des Canalis singularis für den Ampullennerven. *9* Crista ampullaris (inferior). *10* Crista vestibuli. *11* Recessus sphaericus. *12* Recessus ellipticus. *13* Recessus cochlearis (Reichert). *14* Eingang zur Scala vestibuli. *15* Durchschnitt der Uebergangsstelle der Lamina spiralis in die Lam. spir. secundaria. *16* Lamina spiralis. *17* unterer Teil des Anheftungsrandes der Membrana tympani secundaria. Rechts darüber der Eingang in die Scala tympani der Schnecke. Die laterale Wand der Fossula rotunda ist durch den Schnitt entfernt. *18* Fenestra ovalis, die laterale (hintere) Ecke desselben durch den Schnitt entfernt. *19* Ampulle des horizontalen Bogengangs angeschnitten, darin Löcher für den zugehörigen Nervenast, daneben auf der Crista vestibuli die Durchtrittslöcher für den Nerv. utriculi. *20* Canalis facialis. *21* Tegmen tympani. *22* Recessus epitympanicus. *23* Sulcus pro tensore tympani. *24* Cavum tympani. *25* Sulcus tympanicus. *26* Spina tympanica posterior. *27* Hinterende der Crista tympanica; zwischen *26* u. *27* Incisura malleolaris. *28* Löcher im Paukenbein im Sinus meatus, der Grube des äußeren Gehörgangs. *29* Promontorium. *30* Fossa jugularis mit Durchschnittslöchern nach der Paukenhöhle. *31* Eine punktierte Linie giebt die laterale obere Ausdehnung des Vestibulums an, die in der Figur hinter der Schnittfläche des Knochens sich verbirgt. Die weitere Abgrenzung ist durch *3* und *9* wieder sichtbar.

fläche des Crus commune (Fig. 41 *6*) der beiden senkrechten Bogengänge ganz allmählich in die Innenfläche des Vestibulums übergeht. Diese gesamte, von keinen größeren Oeffnungen durchsetzte Fläche des Vestibulums kann man als medial-obere Wandfläche des letzteren bezeichnen. Sie ist im ganzen eine deutliche Hohlfläche und bildet, wie schon gesagt, in ihrem medialen (zugleich unteren) $^{3}/_{5}$ die laterale Fläche der Scheidewand zwischen Porus acusticus internus und Vestibulum.

Die ganze Fläche zerfällt in zwei Unterabteilungen, eine obere länglich-elliptische und eine untere rundliche (genauer stumpfwinklig-viereckige), die beide grubig vertieft sind. Die obere Grube heißt Recessus ellipticus (Fig. 41 *12*), die untere Recessus sphaericus (Fig. 41 *11*). Letztere ist von einer stets deutlichen Knochenkante eingefaßt, welche im ganzen in sagittaler und senkrechter Ebene verläuft, Crista vestibuli (Fig. 41 *10*). Eigentlich selbständig als Umgrenzung der Unterabteilung existiert sie bloß da, wo sie nicht mit der unteren Abgrenzung der ganzen Fläche zusammenfällt. Sie fällt aber mit dieser zusammen oberhalb des Eingangs in die Scala vestibuli der Schnecke (Fig. 41 oberhalb *14*); gerade davor ist sie von dem medialen Pole der Fenestra ovalis durch eine Furche getrennt und wieder selbständig.

Im übrigen ist in Bezug auf den Verlauf und Besonderheiten der Crista vestibuli folgendes zu bemerken. Oberhalb des medialeren Poles der Fenestra ovalis vorn hat sie eine dreiseitige Verbreiterung (Pyramis vestibuli) mit einem zuweilen sehr spitzen Fortsatz, Spina vestibuli (Fig. 46 I *17*, *16*), der lateral und etwas abwärts gerichtet ist und von der Paukenhöhle aus durch die Fenestra ovalis (Fig. 46 I *22*) gesehen werden kann, wenn er sich gut ausgeprägt findet; er fehlt nicht selten*). Von hier aus verläuft die Crista vestibuli in aufwärts konvexem, senkrecht stehendem Viertelkreis als Grenzkante zwischen Recessus hemiellipticus und hemisphaericus rückwärts; 1 mm vor dem medialen, oberen Ende der Crista ampullaris superior (Fig. 41 bei *10*) fällt sie steiler ab zum Rande des Eingangs in die Scala vestibuli der Schnecke, und indem sie von hier horizontal-vorwärts zieht, bezeichnet sie als feines Leistchen sehr genau deren Grenze gegen das Vestibulum bis zum medialen Ende des unteren Randes der Fenestra ovalis. Wo sie dieses erreicht, findet sich unter ihr eine kleine, inkonstante lochartige Grube dicht an der Fenestra ovalis. An der Stelle, wo sie zuerst den Eingang zur Scala vestibuli trifft, spaltet sich von der Crista ein Knochenleistchen ab und läuft in der Fortsetzung ihres senkrecht abfallenden hinteren Teils allmählich lateralwärts aus (Fig. 46 II *16*). Sie gelangt dabei ins Gebiet der Schneckenmündung, ins Vestibulum, endet manchmal erst auf der Lamina spiralis (Fig. 46 II *20*) und wird dann eine Strecke weit zur vorderen Abgrenzung des bereits erwähnten, vor der Crista ampullaris inferior gelegenen Grübchens, Recessus cochleae (Fig. 46 II *19*).

Die Abgrenzung des Recessus ellipticus wird vorn durch die Ampullenmündung des oberen senkrechten und des horizontalen Bogengangs gebildet (Fig. 41 *2*, *19*), hinten durch eine Furche, deren

*) Seine Lage ist unmittelbar hinter dem Ende des Processus cochleariformis der Paukenhöhle gelegen. Er trennt den Siebfleck der Pyramis vestibuli von der Fenestra ovalis.

hintere Einfassungskante vor dem medialen Ende der Crista ampullaris vorbei spitzwinklig abwärts verläuft; die Furche führt aufwärts in ein Loch, Apertura sulciformis (Ap. intern. aquaed. vestib.), die innere Oeffnung des Aquaeductus vestibuli (Fig. 41 *7* in *6*), welches gerade an der Grenze gegen das Vestibulum die innere Fläche des Crus commune der beiden senkrechten Bogengänge schräg abwärts durchbohrt (auch Fig. 46 II *17*).

Der Aquaeductus vestibuli ist ein enger, plattgedrückter Knochenkanal, der auf der hinteren cerebralen Fläche des Petrosum in der Tiefe einer von der lateralen Seite zugänglichen Spalte von individuell sehr verschiedener Beschaffenheit beginnt, schräg medialaufwärts den Knochen durchsetzt etwa bis zur Höhe des Zusammenmündens der beiden senkrechten Bogengänge zum Crus commune, (Fig. 41 *7*); in Fig. 35 *5* ist dieser Teil der Länge nach geöffnet. Von da biegt der Kanal im Bogen hinter dem Crus commune abwärts und durchbohrt an der beschriebenen Stelle dessen Innenfläche (Fig. 30 *7* unterhalb *6*).

Der Recessus ellipticus mißt im längsten Durchmesser 6 mm, im Querdurchmesser 2,7 mm. Die Durchmesser des Recessus sphaericus betragen 3 mm bis 3,5 mm. Der höchste Punkt der Scheidekante zwischen beiden erhebt sich etwa 0,6 mm über das Niveau der Crista falciformis, die das laterale Ende des Porus acusticus internus in obere und untere Abteilung zerlegt. Die im Innern des Porus acustic. intern. beschriebenen Nervenlöcher der Area cribrosa superior und media durchbohren vielfach sich spaltend und schräg die dünne Scheidewand zwischen ihm und dem Vestibulum und münden an dessen medialer Fläche mit zahlreichen, auf einzelnen Stellen, sog. Siebflecken (Maculae cribrosae) dicht zusammengedrängten Löchern. Die oberhalb und zum Teil auf der Crista falciformis den Porus acusticus verlassenden Kanälchen (Area cribrosa superior, Fig. 39 *5* und unterhalb *5*) münden im Vestibulum teils auf der Pyramis vestibuli und oberhalb derselben und bilden die Macula cribrosa superior. Die Mündungen auf der Pyramis sind (15—19, KRAUSE) für Aeste des Nervus utricularis bestimmt. Die oberhalb derselben gelegenen (nach KRAUSE 14—17, finde ich öfters auf wenige größere Löcher reduziert, an die sich Rinnen schließen, welche zur Ampullenöffnung des horizontalen und oberen vertikalen Bogenganges verlaufen (Fig. 36 *12*). Die Oeffnung für die Nerven zur Ampulle des oberen senkrechten Bogenganges findet sich dicht unter dessen Crista ampullaris (Fig. 41 *4*). Die Löcher der Area cribrosa media (Fig. 39 *10*), für den Nervus saccularis bestimmt, münden auf einem ovalen Fleck mit horizontal gestellter längerer Achse in der Mitte des Recessus sphaericus (Macula cribrosa media). Das Foramen singulare (Fig. 39 *7*) führt in einen etwa 4 mm langen Kanal, der unmittelbar hinter und 1 mm unter der Crista ampullaris inferior entweder mit einer oder mit wenigen größeren oder mit vielen feinen Oeffnungen (8, KRAUSE) [Macula cribrosa inferior] in die Ampullenöffnung selbst mündet (Fig. 41 *8*, Fig. 37 der dunkle Punkt unter *14*).

Die Löcher der Macula cribrosa superior sind manchmal in drei Untergruppen getrennt:

1) Die größte nimmt die der Fenestra ovalis abgekehrte Seite der Pyramis vestibuli ein und besitzt 12 Löcher (Fig. 45 A *29*).

2) Eine kleinere von 10 Löchern liegt an dem der Fenestra ovalis abgewandten Umfang der Ampullenmündung des horizontalen Bogengangs (Fig. 45 A *28*).

3) Die kleinste mit 6 Löchern liegt von diesem dicht medial auf der Crista ampullaris superior.

Die Löcher der Macula cribrosa media münden zuweilen auf einem aus poröser Knochenmasse bestehenden elliptischen Wulste. Ich glaube 12 Löcher annehmen zu müssen (Fig. 45 A *30*).

Zwischen diesen und der Pyramis und zwar dicht unter ihr findet sich manchmal eine Reihe von 3—4 Löchern im Gebiete des Recessus sphaericus von dessen typischem Siebfleck abgesprengt.

Alle Siebflecke liegen beinahe in einer Ebene, die parallel steht der durch den Sulcus tympanicus gelegten.

Die knöcherne Schnecke des Labyrinths.

In dem medial-abwärts von dem Vestibulum gelegenen Teil der knöchernen Labyrinthkapsel ist der Schneckenkanal des Labyrinths mit den dazu gehörigen Nerven- und Gefäßkanälen enthalten. Eine grobe Uebersicht über seinen Verlauf und seine knöchernen Wände ergiebt sich aus folgender Deduktion. Es sei auf der Mantelfläche eines Hohlkegels eine Rinne eingedrückt, die mit stetig abnehmender Breite in $2^1/_2$—$2^3/_4$ der Achse des Kegels konzentrischen Spiraltouren von dessen Basis zur Spitze aufsteigt; ferner sei die Rinne in ganzer Länge von einer dünnen Knochenplatte zum Kanal überwölbt und letztere entlang dem schmalen, von der Rinne freigelassenen Streifen des Kegelmantels mit diesem verwachsen. Der dann entstandene Kanal verläuft wie eine Schraubenspirale und heißt Schneckenkanal, Canalis cochlearis; der Hohlkegel, an dessen Außenseite er verläuft, heißt der Achsenkegel, Modiolus (Spindel). Die das Lumen des Schneckenkanals direkt umschließenden Knochenflächen, die Wandflächen des Schneckenkanals, werden auf jedem Querschnitt des Kanals an der konkaven Seite seiner spiraligen Windung (Fig. 43, Fig. 44) von der ihm zugekehrten Fläche des Modiolus, an der konvexen Seite der spiraligen Windung durch die ihm zugekehrte Fläche der speciellen knöchernen Außenhülle des Schneckenkanals gebildet. Die quer zur Höhe des Achsenkegels gestellten Wandflächen des Schneckenkanals befinden sich auf der Knochenplatte, welche die Kontinuität zwischen Mantel des Achsenkegels und Außenwand des Schneckenkanals herstellt und zunächst als basale Wand der basalen Windung des Schneckenkanals beginnt, in ihrer Fortsetzung als basale Wand der zweiten Windung aber, wie die Führungskante zwischen zwei Gängen einer Schraubenspirale, zwischen erster und zweiter, schließlich zwischen zweiter und dritter Spiraltour des Schneckenkanals weiterzieht, also deren Lumen vollkommen wie eine Zwischen- oder Scheidewand voneinander bis zur Spitze des Achsenkegels trennt. Diese Zwischenwand, Lamina modioli ist ein dünnes Knochenblatt. Nur an der Basalseite der dorsalen Hälfte (Fig. 43 *11'*) der ersten Windung ist sie scheinbar sehr dick. In Wirklichkeit aber kommt dieser Dickenzuwachs nur durch Uebergreifen eines Teiles der allgemeinen Labyrinthkapsel auf ihre basale Seite zustande. Man erkennt dies an Sägedurchschnitten parallel der Schneckenachse sehr deutlich bei älteren Föten, aber

auch bei genauer Betrachtung mit der Lupe oder dem Mikroskop beim Erwachsenen, indem eine sehr schmale Lage spongiöser Substanz mit kleinen Markräumen (Fig. 43 *9*, Fig. 44 *3*, Fig. 46 II *35*) zwischen der kompakten Labyrinthkapsel und der ebenfalls kompakten, an sich aber dünnen Spezialwand des Schneckenkanals gelegen ist. Diese Markraumbildung läßt sich nun von hier aus um die ganze Außenseite der speciellen Wand des Schneckenkanals herum verfolgen und scheidet sie von der peripheren allgemeinen Schneckenkapsel, die ein Teil der kompakten allgemeinen knöchernen Labyrinthkapsel und durchschnittlich etwa 1 mm dick ist. Die specielle Wand des Schneckenkanals besteht aus einer kaum papierdicken, kompakten Knochenlamelle, welche dem Schneckenkanal unmittelbar anliegt, seiner Form auf das genaueste folgt und daher als eigentliche Wandlamelle des Schneckenkanals erscheint. Diese letztere allein geht in die Zwischenwand

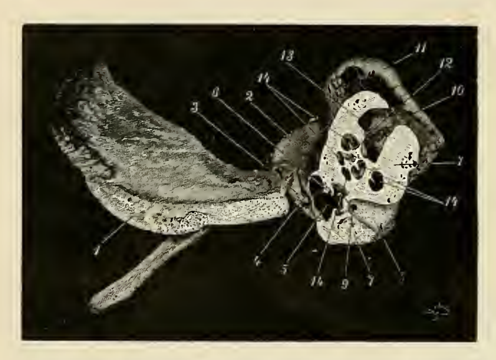


Fig. 42. Durchschnitt des Schläfebeins eines etwa 2-jährigen Kindes durch den Achsenkegel der Schnecke, parallel dem oberen senk rechten Bogengang. Vergrößerung $^{19}/_{11}$. *1* Schuppe. *2* Tegmen tympani. *3* Processus inferior tegminis tympani. *4* Canalis protensore tympani. *5* Canalis tubae. *6* Septum tubae. *7* Schnittfläche des. *8* laterale Wand des Canalis caroticus. *9* Canaliculus caroticotympanicus. *10* Porus acusticus internus. *11* Eminentia arcuata. *12* Crista falciformis im Porus acust. int. *13* Fossula superior für den Nerv. facialis. *14* Durchschnitte des Schneckenkanals. Die Details des Schneckendurschnitts siehe Fig. 43 B. Die hier gegebene Figur stammt von demselben Präparat wie Fig. 45 A. Siehe die Anmerkung dazu.

(Fig. 44 *11*, Fig. 43 B *10*) zwischen den benachbarten Spiraltouren des Schneckenkanals, welche selbst entlang einer spiraligen Linie mit dem Modiolus zusammenhängen. So ist die unmittelbare Knochenhülle (Fig. 44 *4*) des Schneckenkanals durch eine seine Gestalt unmittelbar wiedergebende sehr dünne glatte Wandlamelle gebildet; gegen die Schneckenspitze hin wird sie sehr dünn und fehlt fast bei 8—9-monatlichen Föten. Die Spongiosabalken des an ihrer Außenfläche befindlichen Markraums verbinden sie mit der dicken allgemeinen Schneckenkapsel (Labyrintkkapsel), der Hülle des Markraums um die Schnecke. Beim jugendlichen Knochen sind die Markräume der Schneckenkapsel noch groß, beim Erwachsenen sehr reduziert und auf den ersten Blick nicht deutlich, weil bei der Maceration das Mark dieser Räume in der Regel nicht entfernt wird, aber doch meistens noch vorhanden. Zunächst den anschließenden Teilen des Vestibulums hört der Markraum in der Labyrinthkapsel auf. Er existiert demnach bloß im Umfang der Schnecke, fehlt der Wand des Vestibulums und der Bogengänge.

Nach Böttcher und Kölliker entstehen die direkten Wandplatten des Schneckenkanals durch perichondrale Verknöcherungsvorgänge an der Innenseite desjenigen Teiles der knorpeligen Labyrinthkapsel, welcher die Schnecke umgiebt, und stehen mit den Ossifikationen des Modiolus im Zusammenhang.

Die allgemeine Kapsel der Schnecke kommt der Oberfläche des Petrosum an vielen Stellen sehr nahe. Ihre basale Seite liegt im Anfangsteil der untersten Windung ganz vom Knochen umschlossen abwärts von der Fossula cochlearis; im Bereich der oberen Hälfte der ersten Windung ist sie dem Porus acusticus internus (Fig. 42 *12*, 43 *2*) zugekehrt und trägt dessen Crista falciformis. In der übrigen Peripherie kommt sie oben bis

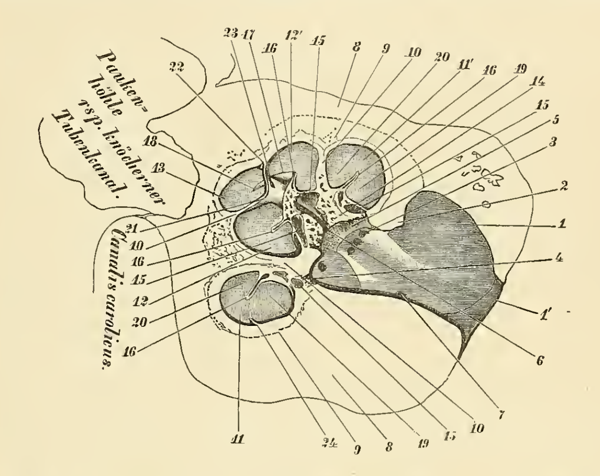


Fig. 43. Durchschnitt der Schnecke eines 2-jährigen Kindes. Ansicht von der medialen Seite auf die laterale Schnittfläche. Schnittebene parallel der Ebene des vertikalen oberen Bogenganges. Vergrößerte Kopie von Fig. 28 *A*. Totalvergrößerung genau $^{43}/_{7,5}$. *1* Porus acusticus internus; *1'* hinterer Rand seines Eingangs. *2* Durchschnitt der Crista falciformis. *3* Area cribrosa. *4* Löcher des Tractus spiralis foraminosus durch eine Kante von der Area cribrosa (*3*) getrennt. *5* siebförmig durchbrochener Centralfleck des Tractus spiralis foraminosus mit Löchern zum Modiolus (Columella) der Schneckenache. *6* Foramen centrale cochleae mit anschließendem Canalis centralis. *7* Foramen singulare. *8* Sägeschnittfläche der knöchernen Schneckenkapsel. *9* Markräume der knöchernen Schneckenkapsel. *10* Zwischenwände zwischen Abschnitten des Schneckenkanals. *11—13* Lumen des Schneckenkanals 5 mal durchschnitten und zwar: *11* ventraler Teil der ersten (basalen) Windung; *11'* dorsaler Teil derselben. *12* ventraler Teil der zweiten Windung; *12'* deren dorsaler Teil. *13* dritte Halbwindung (ventral gelegen). *14* Poröse Füllmasse des Achsenkegels. *15* Canalis spiralis durchschnitten. *16* Durchschnitte der Lamina spiralis mit der Fissura spiralis. *17* vorderster Teil der Lamina spiralis von der Fläche gesehen. *18* Sichelförmiges freies Ende derselben (Hamulus). *19* Scala tympani. *20* Scala vestibuli (beide bloß in der ersten Windung mit Zahlen bezeichnet). *21* äußere der Scala vestibuli zugekehrte Fläche des Modiolus. *22* Uebergang der Lamina modioli (Durchschnitt) in die Schneckenkapsel. *23* obere Oeffnung der Canalis centralis Modioli. *24* Lamina spiralis secundaria.

zur cerebralen Vorderfläche der Pyramide; ihre Spitze (Fig. 42) liegt unter dem Hiatus spurius canalis facialis, hinter dem Ursprung des Tegmen tympani und dem Canalis musculotubarius. Der vestibuläre Anfangsteil der ersten Windung erzeugt in der Paukenhöhle das Promontorium (Fig. 46 II *21*); die mediale untere Peripherie der Schneckenkapsel tangiert die knieförmige Biegung des Canalis caroticus (Fig. 46 I u. II *1*, Fig. 32). In der Tiefe der Fossula cochlearis (Fig. 43) des Porus acusticus internus fehlt die beschriebene knöcherne Kapsel der Schnecke im Bereich des siebförmig durchbrochenen Flecks (Fig. 39 rechts oben von *9*), in dessen Mitte die Oeffnung des Canalis centralis cochleae (Fig. 38 *8*) liegt, und jederseits vom Tractus spiralis foraminosus ziemlich plötzlich. Der Limbus fossulae cochlearis, der, medialwärts deutlicher werdend, den Umfang der Fossula cochlearis zunächst umgrenzt und dann in die Crista falciformis übergeht, ist der etwas in das Lumen des Porus acusticus internus vorspringende Grenzrand, mit welchem an der Basalseite der ersten Schneckenwindung die allgemeine Labyrinthkapsel aufhört. Die Crista falciformis stellt in dem Teil, der sich nicht auf die Scheidewand gegen das Vestibulum erstreckt, die Fortsetzung dieses Randes dar. Sie befindet sich an der Grenze zwischen der ersten und zweiten Spiraltour der Schnecke. Die basale Außenwand des Anfangs der zweiten Spiraltour liegt oberhalb der Crista falciformis und bildet die untere Wand der Fossula superior des Porus acusticus internus; ihre Fortsetzung zieht als ein Streif glatt verlaufender Knochenfläche (Fig. 38 *4*) abwärts von der Crista falciformis zwischen Area cribrosa media und dem siebförmigen, centralständigen Endfleck des Tractus spiralis (Fig. 38 *8* und *11*). Die basalen Wände höher gelegener Windungsabschnitte der Schnecke markieren sich nicht mehr an der Oberfläche des inneren Gehörganges. Die Gesamtheit dieser Beziehungen von Schnecke und innerem Gehörgang erklärt sich daraus, daß der Achsenkegel der Schnecke in seinem Basalteil, im Bereich der ersten $1^1/_2$ Windungen des Schneckenkanals im Innern ausgehöhlt ist und diese Aushöhlung identisch ist mit der Fossula cochlearis und dem nicht zur Vestibularwand gehörigen Teil der Fossula superior des inneren Gehörganges; erst aufwärts von der ersten Hälfte der zweiten Schneckenwindung ist der Achsenkegel im Innern durch die bereits erwähnte poröse Knochenmasse ausgefüllt, in welcher zahlreiche kleinere und (häufig) ein mittelster größerer Kanal (Canalis centralis cochleae [modioli]) bis gegen die Spitze des Achsenkegels aufsteigt. Da beim Uebergang der ersten Spiralwindung zur zweiten der Krümmungsradius der Spirale eine sehr starke Verkürzung erfährt, liegt die ventrale Hälfte der zweiten Spiralwindung ihrer Krümmungsachse viel näher als die ventrale Hälfte der basalen Spiralwindung (Fig. 42, Fig. 43 *12*) und erscheint an der Wand der Fossula cochlearis des inneren Gehörganges frei vorliegend. Der größte Durchmesser des Achsenkegels parallel der Pyramidenlängsachse beträgt in der Ebene der ersten Windung 4 mm, in der Ebene der ersten Hälfte der zweiten Windung nur 2 mm, oberhalb dieser $^1/_2$ mm. An der Grenze zwischen dritter Halbwindung und zweiter Windung ist der Modiolus zu einem papierdünnen Knochenröhrchen geworden, dessen Canalis centralis sich öffnet und in Form einer Furche (Sulcus centralis modioli [Arnold]) eine kurze Strecke weiterzieht. Damit hört der Modiolus eigentlich auf. In seiner Fortsetzung liegt nur ein

Knochenblättchen, das an der äußeren Schneckenkapsel endigt und sich wie ein axialer freier Rand des obersten Endes der Zwischenwand der Windungen ausnimmt. Da dieser in der Schneckenspitze endende Teil der Zwischenwand sich der Achse der Schnecke parallel stellt, erscheint er wie eine blattförmige Fortsetzung des Modiolus (Lamina modioli). Indem bei diesem Uebergang von der zur Schneckenachse radiären Stellung zu der mit ihr parallelen Stellung die Zwischenwand ihren spiraligen Verlauf fortsetzt bis zum Uebergang in die Wand der Schneckenspitze (Cupula, Kuppel), wird sie tütenähnlich eingerollt und erscheint nach Entfernung der letzteren wie ein offener, der Länge nach aufgeschlitzter Trichter (Scyphus Vieussenii, Infundubulum), zu dem sich das anstoßende Stück des Canalis centralis cochleae gleichsam wie ein Ansatzrohr verhält. Die dem Schneckenkanal zugekehrte Fläche des Modiolus steht im allgemeinen fast rechtwinklig zu der Ebene der basalen und der Zwischenwände paralleler Windungsabschnitte des Schneckenkanals (Fig. 44 *11*, *12*).

In der Fossula cochlearis ist die Hohlfläche der Modioluswand deswegen nicht in einer Ansicht übersehbar, weil die Auflagerungen der knöchernen Labyrinthkapsel auf die basalen Schneckenwände im Bereich der untersten Windung (achsenwärts) über sie vorspringen. Der von Nervenlöchern durchbohrte Streif des Tractus spiralis foraminosus ist direkt die hier frei vorliegende Wand des Modiolus, welche die Fossa cochlearis und die basale Schneckenwindung scheidet. Ihre Fortsetzung in die entsprechenden Wandteile der Spitze näher gelegener Abschnitte des Schneckenkanals ist zwar durch die poröse Füllung des oberen Modiolusabschnittes verdeckt (Fig. 44), durch deren Kanälchen der Nervenzutritt zu ihnen hindurchgeht, ist aber im übrigen ähnlich in Bezug auf Nerven und Gefäßkanälchen beschaffen wie in der basalen Windung.

Die Nervenkanälchen beginnen jedesmal mit Löchern an der dem Porus acusticus zugewandten Seite des Modiolus und entlang der Kante, in welcher sie mit der basalen Wand des zugehörigen Windungsabschnitts des Schneckenkanals zusammenstößt (Fig. 44 *16*). Aufwärts von diesem münden die Nervenkanälchen in einen die basale Hälfte der axialen Wand des Schneckenkanals in zwei Lamellen spaltenden plattgedrückten Hohlraum von, in ganzer Länge betrachtet, spiraligem Verlauf, Canalis spiralis modioli (Fig. 44 *10*), für das Ganglion spirale. Von dem der Schneckenspitze zugewandten Rande desselben geht eine kontinuierliche spiralige Reihe zum Achsenkegel radiär gestellter Löcher aus, die gegen den Schneckenkanal hinein gerichtet sind. Sie führen in eine Menge ebenfalls radiär gestellter, zartwandiger Knochenröhrchen, die in spiraliger Reihe dicht nebeneinander in das Lumen des Schneckenkanals weit vorspringen. Sie sind gegeneinander nicht abgeschlossen, sondern verbinden sich durch Lücken ihrer Scheidewände. Die Gesamtheit ihrer Lumina bildet demnach einen spiralig verlaufenden, spaltenförmigen Raum, Fissura spiralis, die Gesamtheit ihrer Wände aber zwei parallele, die Fissura spiralis umschließende, sehr zarte Knochenblätter, Lamina spiralis ossea (Fig. 44 *13*, Fig. 43 *16*), die durch Knochenbälkchen entsprechend den unvollkommenen Scheidewänden der Kanälchen zusammengehalten sind, mit freiem Rande in den Schneckenkanal vorspringen und zwischen diesen Rändern die Oeffnungen der Nervenkanälchen gegen den Kanal

der knöchernen Schnecke tragen. Die basale der beiden Platten ist um sehr weniges breiter als die gegenüberliegende. Die Flächen der Platte erscheinen oft radiär gerippt und biegen entlang dem oberen Rande des Canalis centralis modioli in die Außenfläche des Achsenkegels ein, die basale meist in stumpferem Winkel als die der Spitze zugewandte. Die Lamina spiralis teilt den Schneckenkanal unvollkommen der Länge nach in eine basale Abteilung, Scala tympani, und eine ihr parallele, der Schneckenspitze zu gelegene, Scala vestibuli. Im Bereich der letzteren ist der Durchmesser des Modiolus stets um die Dicke des zunächst basalwärts liegenden Abschnitts des Canalis spiralis modioli vermindert.

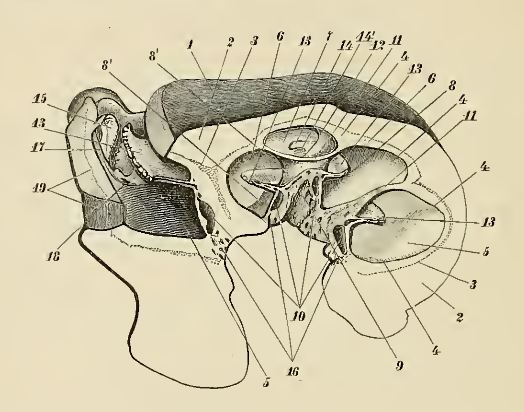


Fig. 44. Rechte Schnecke des Neugeborenen, horizontal durchsägt; Schnittfläche der oberen Schnitthälfte von der ventralen Seite betrachtet. Der Schnitt geht an der Basis der Schnecke durch deren Achsenteil selbst, zunächst ihrer Spitze neben ihm vorbei. Die Schnittebene ist weiß gehalten. Die Kanäle der Schnecke erscheinen im Durchschnitt. *1* künstlich isolierte Außenfläche der Schneckenkapsel (Labyrinthkapsel). *2* Schnittfläche der knöchernen Labyrinthkapsel. *3* Spongiosa der Schneckenkapsel. *4* eigene Wand des Schneckenkanales; *5* dessen 1. Windung, *6* dessen 2. Windung; *7* die Spitzenwindung. *8* Schnittfläche des Modiolus; *8'* seine dem Schneckenkanal zugekehrte Fläche; *9* sein Canalis centralis angeschnitten. *10* Durchschnitte des Canalis spiralis. *11* Lamina modioli (Zwischenwand zwischen parallelen Abschnitten zweier Spiralwindungen). *12* Uebergang derselben in die Spitze der äußeren Schneckenwand. *13* Lamina spiralis ossea teils im Durchschnitt, teils mit Ansicht der der Scala vestibuli zugekehrten Fläche. *14* Ihr Ende, Hamulus. *14'* Halicotrema. *15* Lamina spiralis secundaria. Ihr gegenüber die Lamina spiralis; die Ränder beider getrennt durch einen schmalen Zwischenraum. Im Hintergrunde erkennt man den horizontal verlaufenden Anfangsteil der beiden Laminae spirales und deren Flächenbiegung zum Uebergang in frontale Stellung. *16* Durchschnitte des Tractus spiralis foraminosus, dessen Nervenlöcher aus dem inneren Gehörgang zum Canalis spiralis führen, *17* Rand der Fenestra cochleae (rotunda). *18* Mündung des Aquaeductus cochleae. *19* Winkelige Schnittfläche, entlang der ein Teil der Wand der ersten Schneckenwindung entfernt wurde (Promontorium).

In dem blinden Ende des Schneckenkanals zunächst der Spitze der Schnecke, wo der Canalis centralis modioli aufhört, endet die Lamina spiralis mit einer freien, sichelförmigen, den axialen freien

Rand der Lamina modioli umragenden Spitze, Hamulus (Fig. 44 *14*, Fig. 43 *18*); der zwischen beiden bleibende Zwischenraum, Halicotrema (Breschet, Fig. 44 *14'*), verbindet die blinden Enden der Scala tympani und Vestibuli. Die Breite der Lamina spiralis ist durchschnittlich 1 mm.

Im Gebiete der ersten (basalen) Spiraltour des Schneckenkanals verläuft an dessen peripherer Wandfläche, gegenüber und parallel dem freien Rande der Lamina spiralis, ein äußerst zartes, niedriges, einfaches Knochenblättchen, Lamina spiralis secundaria (Fig. 32 *7*, Fig. 46 II *20*), dessen Breite unter dem ins Vestibulum übergehenden Ende der Schnecke bis auf $^1/_3$ mm zunehmen kann. Die freien Ränder beider Laminae spirales sind hier bloß durch einen schmalen Zwischenraum von etwa $^1/_2$ mm von einander getrennt. Verfolgt man die Wandteile der Scala vestibuli der Schnecke bis an die Wand des Vestibulum selbst, so ergiebt sich (Fig. 32 *17*, Fig. 46 II), daß die Wand des Modiolus in den unteren Teil der medialen, die periphere Schneckenwand in den unteren Teil der lateralen Wand des Vestibulums übergeht. Die Lamina spiralis und L. spiralis secundaria aber biegen einerseits mit ihren freien Rändern und Flächen in einander kontinuierlich um, andererseits gehen ihre angehefteten Ränder im Grunde des Recessus cochleae in die eigentliche untere Wand des Vestibulums über (Fig. 32 *7* und *15* unter *17*). Sie erscheinen hier gleichsam wie Teile des Bodens des Vestibulums. Unmittelbar unter ihnen befindet sich hier die Fossula rotunda der Paukenhöhle und vor dieser der Rand der Fenestra rotunda (Fig. 32 *8*, Fig. 46 II *20*) und der Anfang der Scala tympani mit der Mündung des Aquaeductus cochleae (Fig. 32 *9*, Fig. 44 *18*) darin. Der an die eigentliche Vestibulumwand angefügte Uebergangsteil der einfachen Lamina spiralis secundaria in die eigentliche, Nervenkanälchen tragende Doppelplatte der Lamina spiralis bildet die vordere Hälfte des Bodens des Recessus cochlearis. Von hier aus erheben sich beide Laminae spirales schwach mit nach oben gerichteter Konvexität und verlaufen ebenso wie der Schneckenkanal eine kurze Strecke weit in fast horizontaler Ebene vorwärts, dann unter Biegung auf die Flächen abwärts in annähernd frontale Stellung. Erst von dieser aus gehen sie durch eine Kantenkrümmung mit abwärts konvexem Bogen, deren Centrum der Achsenkegel der Schnecke ist, unter diesem durch medialwärts und damit in den spiraligen Verlauf um den Modiolus über (Fig. 46 II *20*, *29*; Fig. 44 *13*, *15*).

Der noch nicht spiralig verlaufende Teil der Schnecke ist durch etwas dickere Knochenmasse von dem spiralig verlaufenden abgedrängt und wird vestibulärer oder freier Teil der Schnecke, Vorhofsabschnitt der Schnecke genannt. Der obere Rand der Fossula rotunda in der Paukenhöhle entspricht ziemlich genau der Länge dieses Schneckenabschnitts. In ihm, Fig. 32 *7*, *17*, liegen die Scala tympani und Scala vestibuli übereinander, letztere über der ersteren. Bei dem Uebergang in die erste Spiralwindung drehen sie sich so umeinander, daß sie von nun an hintereinander verlaufen, die Scala vestibuli vor der Scala tympani, diese demnach der Basis modioli näher. Die Achse, um welche die Spiralwindungen gelegt sind, steht parallel einer durch den oberen senkrechten Bogengang gelegten Ebene, fast horizontal nur mit dem vorderen Ende ein wenig abwärts geneigt. Die Spiralwindungen gehen also in beinahe vertikalen

Ebenen. Der Querschnitt des Schneckenkanals ist in seinen verschiedenen Windungsabschnitten ungleich, im ganzen rundlich in den unteren, mehr dreieckig bis oval in den spitzenwärts gelegenen Teilen. Ueber Einzelheiten geben die Fig. 44 und Fig. 43 direkten Aufschluß.

Die Steigung der Spirale von der Basis des Achsenkegels zur Spitze ist unmerklich klein im ganzen ersten Spiralgang, so daß der Anfang des zweiten Spiralganges an der konkaven Seite des Anfangs des ersten und wenigstens seine Scala tympani noch ganz in derselben frontalen Ebene liegt wie dieser (Fig. 44).

Im Verlauf der unteren Hälfte der zweiten Windung ist unter starker Verkürzung des Krümmungsradius der Anstieg zur Spitze der Schnecke relativ am stärksten, der Modiolus erscheint daher in dieser Windung als ein besonders hohes Säulchen (Columella genannt, Fig. 44 *8'*), und das Lumen des Kanals erhält zugleich einen deutlich dreiseitigen Querschnitt. Das Ende der zweiten Spiraltour ist bereits im höchsten Teil der Spitze der Schnecke; die anschließenden Teile der dritten halben oder $^3/_4$ Spiralwindung haben ovalen, plattgedrückten Durchmesser, verlaufen ohne Verkürzung des Krümmungsradius und ohne weitere Steigung und legen sich mit ihrem und des ganzen Kanals blindem Ende an die konkave ventrale Seite der dorsalen Hälfte der zweiten Windung (Fig. 44 *7*).

Messungen der Schnecke von Kindern am Ende des 1. Lebensjahres und von Erwachsenen ergaben mir in allen mit dem Hohlraum der Schnecke in näherer Beziehung stehenden Teilen keine constanten Größendifferenzen.

Der Aquaeductus cochleae ist ein feiner Kanal mit sehr dicker kompakter Knochenwand (Fig. 35 *4*), der in einer kleinen, dreieckigen, trichterförmig vertieften Grube unter der hinteren Kante des Petrosum abwärts vom Meatus auditorius internus an der Außenfläche des Petrosum beginnt (Fig. 30 *18*) und schräg unter der Fossula cochlearis her gegen den Anfang der Scala tympani der Schnecke geht und in diese neben der Crista semilunaris mündet (Fig. 32 *9*).

Der Kanal für den Aquaeductus cochleae zur Oberfläche des Petrosum verlängert sich während der nachembryonalen Entwickelung erheblich.

Die knöchernen Bogengänge, Canales semicirculares
(halbzirkel-[halbkreis-]förmige Kanäle).

Die allgemeinsten Verhältnisse der drei Bogengänge wurden bereits S. 190 kurz erwähnt und angegeben, daß jeder Bogengang in einer Ebene verläuft, die auf den ersten Blick senkrecht erscheint zu den Ebenen, in denen die beiden anderen verlaufen. Dementsprechend wurden ein in horizontaler und zwei in senkrechten Ebenen verlaufende Bogengänge unterschieden (Fig. 34, Fig. 35). Von den beiden letzteren steht der eine quer zur Längsachse der Pyramide aufwärts vom Vestibulum (Fig. 45 A u. B *4*, Fig. 41 *1*, Fig. 34 *15*, Fig. 21 *10*, und ragt bis unter die Eminentia arcuata an der oberen Seite der Schläfebeinpyramide hinauf (oberer Bogengang (a. G.), oberer senkrechter Bogengang, unter Vernachlässigung der Schrägstellung zur Sagittalebene auch sagittaler Bogengang genannt). Die Ebene des anderen der beiden senkrechten Bogengänge steht der

Längsachse der Pyramide parallel und ist in ihrem unteren hinteren Teile erhalten (Fig. 35). Er liegt in seinem ganzen Verlauf ventralwärts (nach unten) vom oberen senkrechten Bogengang verschoben und wird von der durch die Länge des horizontalen Bogengangs gelegten Ebene ein wenig oberhalb seines Scheitelpunkts geschnitten,

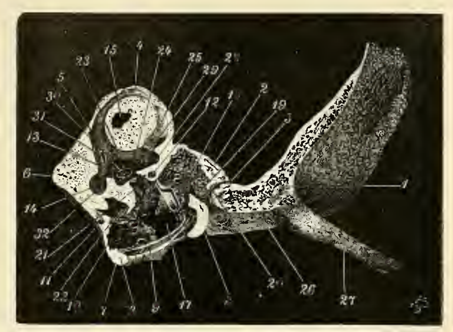


Fig. 45 A.

Fig. 45 A, B. Querschnitte durch die Schläfebeinpyramide und die Ebene des oberen senkrechten Bogengangs samt anschließenden Teilen der Schuppe und des Annulus tympanicus. Präparat von einem etwa 2-jährigen Kinde. Vergrößerung 19/11. Mediale Schnittfläche von der lateralen Seite in Fig. A, laterale Schnittfläche von der medialen Seite gesehen Fig. B. In beiden Figuren gemeinschaftliche Zahlenbezeichnung. *1* Schnittfläche der Schuppe. *2* Durchschnitt des Tegmen tympani. *3* Fissura petro-squamosa. *4* oberer senkrechter Bogengang. *5* Crus commune der beiden senkrechten Bogengänge. *6* hintere Kante der Schläfebeinpyramide. *7* Untere Kante der Pyramide. *8* Durschschnitte des Annulus tympanicus. *9* Sulcus tympanicus. *10* Bodenplatte der Paukenhöhle. *11* Anlage der Fossa jugularis. *12* Canalis facialis. *13* Pelvis ovalis. *14* Ampullenende des unteren senkrechten Bogengangs in Fig. A Mündung desselben ins Vestibulum mit der Macula cribrosa inferior). *15* Fossa subarcuata. *16* (nur in Fig. 45 B) Vorderrand des Winkelausschnitts der Schuppe in die Mittelohrhöhle schauend.

Specialbezeichnung zu Fig. 45 A. *17* Paukenhöhle (Canalis tubae). *18* Canalis protensore tympani. *19* Fissura petrotympanica (Glaseri). *20* Processus inferior tegminis tympani. *21* Promontorium. *22* Fossula rotunda. *23* Recessus sphaericus des Vestibulums. *24* Recessus ellipticus. *25* Ampullenschenkel des oberen senkrechten Bogengangs. *26* Fossa mandibularis. *27* Processus zygomaticus. *28* Ampulle des horizontalen Bogengangs. Siebflecke: *29* auf der Pyramide vestibuli *30* im Recessus sphaericus. *31* Mündung des Aquaeductus vestibuli.

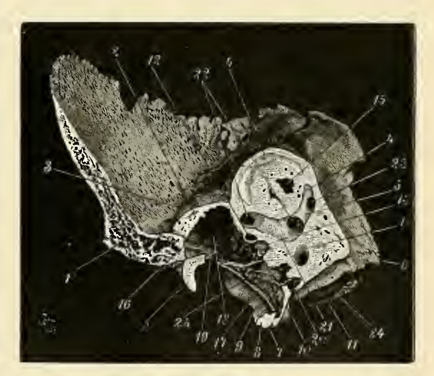


Fig. 45 B.

Bemerkung: Die Stellung des Schuppenteils ist nicht ganz richtig wiedergegeben, indem der Processus zygomaticus horizontal stehen müßte, unter Beibehaltung der dem Petrosum hier gegebenen Stellung. Da der Schnitt schon durch die Partie der Pyramide fällt, in der Schuppen- und Felsenteil nicht mehr knöchern verwachsen sind, konnte eine Verdrehung des Schuppenteils

mit dem Vorderende nach unten eintreten und ist in diesem Präparate eingetreten. Dasselbe gilt für Fig. 42a. In Fig. 45 B ist die Stellung vom Petrosum zur Schuppe jedoch korrekt.

Specialbezeichnung zu Fig. 45 B. *17* Paukenhöhle, der Strich endet auf der Prominentia styloidea (SCHWALBE). *18* Recessus epitympanicus. *19* Margo tympanicus der Schuppe. *20* durchbrochene Stelle des Fundus tympani (Scheidewand gegen die Fossa jugularis). *21* Laterale Fläche des Vestibulum. *22* die beiden Mündungen des horizontalen Bogengangs in das Vestibulum. *23* Einmündung des unteren senkrechten Bogengangs *(14)* in das Crus commune *(5)*. *23* Synchondrosis petrooccipitalis. *25* Sonde im Canaliculus chordae tympani.

wie ein Vergleich der Lage seiner in Fig. 45 *23* u. *14* dargestellten Mündungen mit der Lage der Mündungen des horizontalen Bogenganges (Fig. 45 *22*) lehrt. Er heißt auch unterer, hinterer (A. G.), ungenau auch frontaler Bogengang. Beim Neugeborenen markiert sich sein oberer Schenkel an der hinteren cerebralen Fläche des Petrosum als Wulst (Fig. 38 *12*, Fig. 29 *13*). Sein unterer Schenkel liegt hinter dem absteigenden Teil des Canalis facialis (s. S. 215). Der horizontale Bogengang (Syn.: äußerer, mittlerer, lateraler (A. G.) ist in Fig. 37 *13*, Fig. 34 *14* dargestellt. Er liegt im ganzen horizontal mit lateralwärts gerichteter Konvexität. Sein vorderes aus dem Vestibulum hervorgehendes Ende wölbt sich als Prominenta canalis semicircularis externi gegen den Recessus epitympanicus vor (s. Fig. 45 B *22* u. *18*); unter ihm zieht der Canalis facialis lateral rückwärts (Fig. 45 *12*) durch.

Wenn auch die Stellung der Bogengänge im Groben so auffällig als in drei aufeinander senkrechten Ebenen erscheint, daß man im allgemeinen gewiß die Berechtigung davon ableiten kann, einen horizontalen und zwei senkrechte Bogengänge wenigstens für den Menschen zu unterscheiden, so ergeben doch genaue Untersuchungen des Kanalverlaufs der knöchernen Bogengänge Abweichungen von dem strengen Sinne dieser Bezeichnung. Abgesehen von der Hauptkrümmung des Kanals (Randkrümmung), die man an Durchschnitten durch die Längsachsen der Kanäle übersichtlich zur Anschauung bekommt, finden sich noch schlangenförmige Krümmungen senkrecht zu der Durchschnittsfläche (Flächenkrümmungen), welche allerdings unbedeutend sind. An Durchschnittsbildern erscheinen sie in der Projektion auf die Fläche in totaler Verkürzung. Mit Hilfe von Ausgüssen der Labyrinthkanäle sind sie jedoch deutlich zu erkennen, wenn man die Konvexitäten der Hauptkrümmung der Kanalausgüsse betrachtet. Dann zeigt sich, daß die Ebene, in welcher der horizontale Bogen läuft, abwärts etwas konkav ist, so daß sein Scheitelpunkt ventralwärts herunterhängt (C-förmige Biegung, SCHWALBE. Die beiden senkrechten Bogengänge zeigen von der Konvexität betrachtet, eine schlangenförmige (S-förmige [SCHWALBE]) Krümmung, indem jedesmal das eine Ende in entgegengesetzter Richtung wie das andere sich aus der Ebene der Hauptkrümmung herausbiegt. Dabei erscheint der ganze Kanal etwas um seine Längsachse torquiert. Beim oberen senkrechten Bogengang ist die Flächenkrümmung des Ampullen-(Vorder-)Endes lateralwärts konvex, des hinteren Endes medialwärts konvex; der untere senkrechte Bogengang hat ein vorwärts konkaves Ampullenende; sein oberes Ende ist rückwärts konkav.

Der gemeinschaftliche Schenkel, Crus commune, in den die beiden einfachen Enden der senkrechten Bogengänge zusammenmünden, steht in derselben Richtung wie der vestibulare Anfangsteil der Schnecke,

schräg vorwärts gerichtet (Fig. 46 II *7*, Fig. 41 *6*) und ist gegen jeden der senkrechten Bogengänge stumpfwinklig abgeknickt. Das Crus commune verläuft geradlinig; sein Querschnitt ist rundlich, von 1,5 bis 2 mm Durchmesser; seine Länge fand ich beim 2-jährigen Kind 3 mm, beim 12-jährigen 3 ½ mm, beim Erwachsenen 4 mm. Man pflegt das Crus commune als Sinus vestibuli dem Vestibulum zuzurechnen und rechnet die senkrechten Bogengänge bloß bis zu ihrem Zusammenmünden.

Das eine Ende eines jeden Bogenganges ist gegenüber seinen übrigen gesamten Partien kolbig erweitert zur sog. Ampulle. Man bezeichnet dieses Ende als Crus ampullare (Ampullenende, Ampullenschenkel). Dasselbe ist am horizontalen und oberen senkrechten Bogen das vordere, beim unteren senkrechten Bogengang das untere des Bogens. Das entgegengesetzte Ende bezeichnet man als Crus simplex, schlichtes Ende jedes Bogenganges. Die Ampullenenden münden getrennt in das Vestibulum; von den schlichten Endstücken mündet das des horizontalen Bogenganges für sich in den allgemeinen Vestibularraum, die der beiden senkrechten münden dicht nebeneinander in ein gemeinsames Mündungsrohr, das schon erwähnte Crus commune (Sinus vestibuli, Fig. 41 *6*).

Im Querschnitt erscheinen die Bogengänge elliptisch derart, daß der längere Durchmesser des Lumens jedes Querschnittes in der Ebene der Hauptkrümmung (Randkrümmung) liegt. Nur in dem einfachen Schenkel des unteren senkrechten Bogenganges drehen sich die flacheren Seiten des Querschnittes aus dieser Ebene heraus so, daß die hintere, ventralwärts die vordere dorsalwärts geneigt wird.

Die größten und kleinsten Durchmesser des Querschnittes des Kanallumens fand ich:

am oberen vertikalen Bogengang 1,5 : 1 mm; an seiner Ampulle 2,5 : 2 mm;

am unteren vertikalen Bogengang 1,7 : 1 mm; an seiner Ampulle 2,3 : 2 mm;

am horizontalen Bogengang 2 : 1 mm; an seiner Ampulle 2,7 : 1,5 mm.

An den vertikalen Bogengängen entsteht die Ampullenerweiterung ziemlich plötzlich und ist wie durch stumpfe Kanten gegen den Rest des Kanals abgesetzt; gegen das Vestibulum grenzt die Crista ampullaris superior (Fig. 41 *3*) und inferior (Fig. 41 *9*) das Gebiet ihrer Ampullen ab. Hinter und unterhalb der Crista ampullaris inferior findet sich ein Löcherkomplex in einem oder mehreren Grübchen in der unteren Ampulle, Macula cribrosa inferior (Fig. 41 *8*, Fig. 45 A *14*, Fig. 46 *17*), für die Ampullennerven, der durch den Canalis singularis (s. Porus acustic. internus) hierher gelangt. Die hintere Einmündung des horizontalen Bogenganges ist trichterförmig erweitert (Fig. 45 A *22*) und durch einen scharfen Knochenkamm von der Einmündung des Crus commune (Fig. 45 A *5*) getrennt. Die Ampulle des horizontalen Bogens entsteht wie eine allmähliche Erweiterung desselben und ist durch eine niedrige, feine Leiste gegen den Vestibularraum abgegrenzt (Fig. 45 A *22* oberhalb *12*). An ihrem vorderen medial-unteren Umfang findet sich zuweilen eine Furche, gewöhnlich nur ein erhabener, von etwa 11 Löchern siebförmig durchbrochener Fleck für die zugehörigen Ampullennerven; derselbe setzt sich aufwärts fort bis an die Crista ampullaris superior,

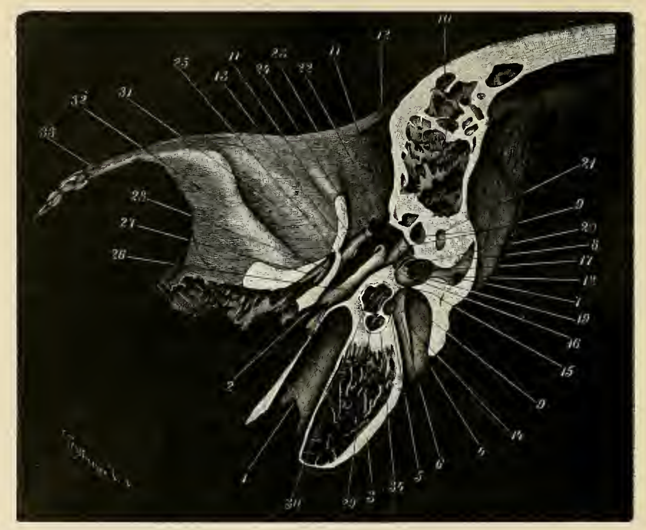


Fig. 46 I.

Fig. 46. Längsschnitte der Schläfebeinpyramide. Der Sägeschnitt wurde so gewählt, daß durch denselben von sämtlichen die Schläfenbeinpyramide durchziehenden Höhlen, resp. größeren Kanälen ein möglichst großes Stück der Länge nach geöffnet würde; der Schnitt liegt nun der Längsachse der Pyramide parallel und in einer schräg nach vorn und lateralwärts abfallenden Ebene und teilt der Länge nach den Porus acusticus internus, das Labyrinth, die Paukenhöhle, den horizontalen Schenkel des Canalis caroticus und den äußeren Gehörgang je in zwei freilich nicht immer gleich große Hälften. Von der vorderen (zugleich oberen) Schnitthälfte ist der Anblick auf ihre Schnittfläche in Fig. I dargestellt; den Anblick auf die darauf passende Schnittfläche der unteren (zugleich hinteren) Schnitthälfte der Pyramide stellt Fig. II dar.

In Fig. I und II gemeinsam vorkommende Zahlenbezeichnung. *1* Canalis caroticus. *2* mediale Oeffnung des Canalis musculotubarius (resp. der Paukenhöhle). *3* Schnittflächen der kompakten Knochensubstanz. *4* Porus acusticus internus. *5* Fossula cochlearis. *6* Limbus fossulae cochlearis. *7* Crus commune der beiden senkrechten Bogengänge. *8* unterer senkrechter Bogengang. *9* Canalis facialis. *10* Antrum mastoideum (Cellul mast.). *11* Sulcus tympanicus. *12* äußerer Gehörgang. *13* Schnittfläche des Os tympanicum (Wand des äußeren Gehörgangs).

Specialerklärung zu Fig. 46, I. *14* Crista falciformis des Porus acusticus internus. *15* Kanal für den N. sacculi. *16* Crista vestibuli, und *17* deren Spina vestibuli. *18* Mündung des oberen senkrechten Bogenganges in das Crus commune *(7)*. *19* Recessus ellipticus. *20* Ampullenmündung des oberen senkrechten Bogenganges ins Vestibulum (die lateral davon gelegene des horizontaleu Bogenganges ist in dieser Ansicht verdeckt). *21* Schrägschnitt des horizontalen Bogenganges. *22* konkaver Rand der Fenestra ovalis (der gerade verlaufende, in Wirklichkeit untere Rand derselben ist durch den Schnitt entfernt). *23* Rivini'scher Ausschnitt. *24* rechts vom Endpunkt des Striches Spina tympanica posterior. *25* Spina tympanica anterior. *26* Septum tubae. *27* Processus inferior tegminis tympani. *28* Fissura Glaseri (petro-tympanica). *29* Canalis cochleae quer durchschnitten (1. Windung). *30* zweite und letzte Schneckenwindung seitlich angeschnitten. *31* Fossa mandibularis. *32* Tuberculum articulare. *33* Processus zygomaticus.

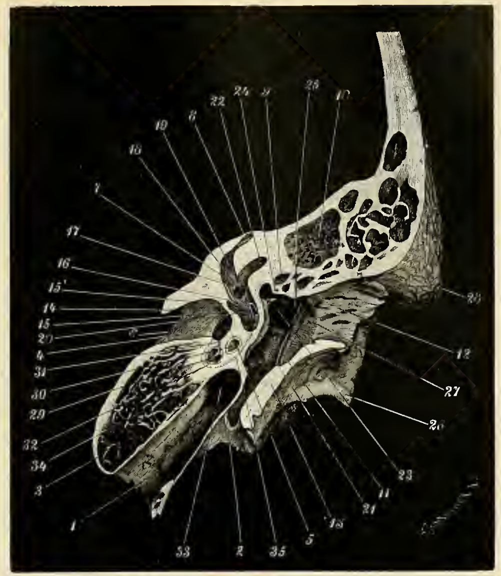


Fig. 46 II.

Ergänzende Specialerklärung zu Fig. 46, II. *14* Foramen singulare für den Ampullennerv des unteren senkrechten Bogenganges. *15* Scheidewand zwischen Porus acusticus internus und Vestibulum, hier dessen untere Abteilung. *15'* Recessus sphaericus. *16* hinterster Schenkel der Crista vestibuli. *17* innere Oeffnung des Aquaeductus vestibuli und die daran anschließende Furche (Apertura sulciformis). *18* Ampullenöffnung des unteren senkrechten Bogenganges, gegen das Vestibulum durch eine scharfe Kante (Crista ampullaris) abgesetzt. Vor der letzteren, *19*, ein seichtes Grübchen, Recessus cochlearis, das medialwärts durch die Crista vestibuli *(16)* abgegrenzt wird, vorwärts auf die o b e r e Fläche der, *20* Laminae spirales des Schneckenkanales ausläuft und den Anfang der Scala tympani desselben darstellt; durch die Spalte zwischen der Lamina spiralis und Lamina spiralis secundaria (beide sind in etwas hellerem Ton gehalten) sieht man in die Paukenhöhle, soweit die Spalte dunkel schattiert ist. Die Stelle, wo der dunkle Ton aufhört, entspricht dem Vorderrand der Fenestra rotunda, vergl. Fig. 32. *21* Promontorium, in die Paukenhöhle vorspringend, darüber dessen Durchschnitt und dessen Verhältnis als Wandteil der ersten Schneckenwindung erkenntlich. *22* Horizontaler Bogengang (hinterer Schenkel). *23* Sinus tympani. *24* Canalis stapedius. *25* Oeffnung, durch welche die Chorda tympani in die Paukenhöhle eintritt; im Anschluß daran eine kleine Furche. *26* Crista petrosa des Os tympanicum (Zacke vor dem Processus styloideus). *27* Vertiefte Stelle des äußeren Gehörganges (Sinus meatus). *28* Processus zygomaticus. *29* Querschnitt der ersten Schneckenwindung. *30* Tangentialschnitt der 2. Schneckenwindung. *31* Kanälchen eines Nervenlochs des Tractus spiralis foraminosus, das sich zur Lamina spiralis hin begiebt. *32* punktierte Linie, welche die engere Knochenkapsel des Schneckenkanales von der kompakten Knochenlage trennt. *33* aufsteigender Teil des Canalis caroticus. *34* Spongiosa des Felsenteiles. *35* Markraumschicht der Schneckenkapsel, welche diese in eine äußere dicke mit der allgemeinen knöchernen Labyrinthkapsel zusammenhängende Schale und eine davon umschlossene dünne, die unmittelbare Außenwand des Schneckenkanales bildende Schale trennt, die sich in die Zwischenwände übereinander gelegener Windungsabschnitte fortsetzt.

wo die Nerven zur Ampulle des oberen senkrechten Bogenganges ebenfalls auf einer kleinen Erhabenheit durch etwa 6 Löcher hervortreten. Zwischen diesen und der abwärts davon gelegenen Pyramis vestibuli mit ihrem Siebfleck (für den Utriculus) finden sich weniger dicht beisammen noch einzelne schräg eindringende Löcher. Die Ampullenmündung des horizontalen Bogenganges liegt dicht oberhalb und vorn vom konkaven Rande der Fenestra ovalis.

Ueber alle sonstigen topographischen Verhältnisse der Mündungen der Bogengänge geben die Figg. 45 A und B, 41, 37, 46 Aufschluß.

Die Länge der Bogengänge (Crus commune nicht mitgerechnet) ist individuell recht verschieden. An der konvexen Seite des Ausgusses gemessen, findet sich der hintere Bogengang stets als der längste und zwar 18 mm (SAPPEY nach SCHWALBE 15—22 mm) lang. Die Länge des horizontalen wird auf 12 mm, die des oberen senkrechten auf 12—15 mm angegeben, wovon $2^1/_2$—3 mm auf die Ampulle entfallen. Die Längen der drei Bogengänge verhalten sich demnach ungefähr wie 6 : 5 : 4 (SCHWALBE).

Die Spannweite der Bogen (ohne Crus commune) an der konkaven Seite der Hauptkrümmung beträgt an meinen (je 7) Präparaten, an Durchschnitten gemessen:

1) für den oberen senkrechten Bogengang in horizontaler Richtung 5—6,5 mm; in vertikaler Richtung (von der Verbindungslinie der Mündungen zum Scheitel der Konkavität der Hauptkrümmung des Lumens 4—5,7 mm);

2) für den unteren senkrechten Bogengang in horizontaler Richtung 5—6,3 mm (letzteres bei einem Neugeborenen), in vertikaler Richtung 4,1—5,2 mm (letzteres bei demselben Neugeborenen);

3) für den horizontalen Bogengang parallel zur Pyramidenlängsachse 3—4,5 mm; quer dazu 3,5—4,5 mm. Die größten Maße fanden sich auch diesmal bei demselben Neugeborenen, der bezüglich der Bogengänge gleiche Dimensionen aufweist wie die größten bei Erwachsenen von mir gefundenen.

Danach muß es im Einzelfalle zweifelhaft bleiben, ob ein beim Erwachsenen gefundenes besonders großes Maß für die Bogengänge auf eine nachembryonal eintretende Größenzunahme bezogen werden darf. Abweichungen vom streng kreisförmigen Verlauf der Bogen sind fast stets zu finden, aber gering. HUSCHKE nennt den hinteren senkrechten Bogen elliptisch, den oberen kreisförmig, den horizontalen parabolisch gekrümmt. HYRTL's Angaben über die Alterszunahme der Größe der Bogengänge, sind von SCHWALBE in Millimeter umgerechnet, folgende:

Längenzunahme des horizontalen Bogenganges 3,9 mm, des oberen vertikalen 2,6 mm, des hinteren 1,7 mm. Auch soll die Weite der Bogengänge mit dem Alter zunehmen. Mir selbst fehlen genügende Erfahrungen hierüber.

Vergleichung der Stellung der Bogengänge beider Seiten desselben Schädels, an Frontalschnitten angestellt, ergaben mir fast stets Abweichungen von streng symmetrischer Stellung. Die Auffindung der richtigen Ausgangsstellung für eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse bietet Schwierigkeiten, weil Asymmetrien beider Schädelseiten fast regelmäßig vorhanden sind. Die sog. deutsche Horizontalebene der Anthropologen fällt mit der Ebene des horizontalen Bogen-

ganges keineswegs zusammen; die letztere divergiert davon in der Richtung nach vorn aufwärts, in lateraler Richtung abwärts (SCHWALBE). Doch sind auch diese Beziehungen nicht gleichmäßig konstant.

Der Canalis facialis beginnt im Porus acusticus internus mit einem Loch in der Tiefe der Fossula superior, medial von der Durchtrittsstelle des Nervus utriculi, oberhalb der Crista falciformis als ein zunächst lateral-vorwärts und horizontal über das Labyrinth zwischen Vestibulum und Schnecke verlaufender kurzer Kanal von 1,5—2 mm Länge. Gegen das Vorderende dieses Verlaufs wird er trichterförmig erweitert (Fig. 37 *3*), liegt dicht unter der vorderen, oberen Fläche der Pyramide und ist hier stets bei Kindern in den ersten Lebensjahren (manchmal auch noch bei Erwachsenen) unmittelbar nach der Schädelhöhle zu offen (Hiatus spurius canalis facialis des Kindes). Von hier aus wenden sich zwei Abzweigungen des Kanals in entgegengesetzter Richtung, parallel der Pyramidenlängsachse also senkrecht zur bisherigen Verlaufsrichtung, ventralwärts auseinander. Die eine, medial vorwärts gerichtet, geht entweder gleich, so beim Kinde, durch den Hiatus spurius oder nach kurzem Verlauf unter einem sehr dünnen Knochenplättchen durch auf die Vorderfläche der Pyramide (Hiatus spurius des Erwachsenen) und zieht hier in gut ausgebildeten Fällen als Furche über die Spitze der Schnecke weg (Fig. 28 *5*) entlang dem Ursprung des Tegmen tympani weiter, manchmal vereint mit der Furche für den Nervus tympanicus. Sie enthält den Nervus petrosus superficialis major (Fig. 90 *33*).

Die andere Abzweigung ist die eigentliche Hauptfortsetzung des Canalis facialis und biegt (im Genu can. fac. [superior]) lateral-rückwärts (zugleich abwärts), vor dem Vestibulum vorbei, zwischen Processus cochleariformis und Ampulle des horizontalen Bogenganges her, dann (Fig. 36 *17*) unter den Ampullenschenkel und den vorderen Bogenteil des horizontalen Bogenganges hin. Letzteres Verlaufsstück ist von der Paukenhöhle bloß durch eine sehr dünne Knochenhülle getrennt, deren Vorwölbung die Prominentia canalis facialis in der Paukenhöhle ist. Sie tritt hier als ein halbcylindrischer Wulst auf, der den Uebergang der Paukenhöhle nach dem Recessus epitympanicus von hinten her säumt, über sich die Prominentia canalis semicircularis externi (die schon im Recessus epitympanicus liegt), unter sich die der Paukenhöhle zugehörige Fossula ovalis mit der Fenestra ovalis hat. Dieses Verlaufsstück ist bei Föten und Kindern gegen die Paukenhöhle zu häufig in ganzer Länge offen, durch einen birnförmigen Schlitz, der unter dem Processus cochleariformis schmal beginnt und oberhalb des Sinus tympani abgerundet und breit endet (Fig. 20 *17'*). Der Schlitz kann indes bis auf ein kleines rundliches Loch schon um diese Zeit reduziert oder geschlossen sein. SCHWALBE (Handb. d. Anat. d. Sinnesorg. S. 474) giebt sogar an, daß er bei Neugeborenen den Canalis facialis häufiger geschlossen findet als bei Erwachsenen, und erwägt, daß demnach ein Durchbruch des Canalis facialis gegen die Paukenhöhle durch nachträgliche Resorption seiner Wand (Atrophie) sekundär entstanden sein könnte. Thatsächlich findet sich die Lücke beim Erwachsenen sehr häufig.

Von hier ab (Genu inferius can. fac.) geht der weitere Verlauf des Canalis facialis steiler abwärts hinter der Eminentia stapedii, lateral vom Sinus tympani, medialwärts von der beim Neugeborenen und

Kindern noch großen Höhle, unter welcher die Wurzel des Processus styloideus steckt, und die am macerierten Präparat hinter der Eminentia stapedii offen mit der Paukenhöhle auch beim Erwachsenen konstant in Verbindung steht (S. 183). Er verläßt das Schläfebein durch das Foramen stylomastoideum. Als Abzweigungen von diesem Verlaufsstück des Canalis facialis beim Erwachsenen sind zu nennen:

1) Der Canalis chordae tympani (Fig. 33 *13*). Derselbe liegt ursprünglich beim Neugeborenen und bei Kindern stets an der Außenseite des Petrosum hinter dem Processus postauditorius der Schuppe, zieht von hier als Rinne durch die Spalte, entlang der das Os tympanicum mit letzterem zusammenliegt, und mündet dicht neben dem Sulcus tympanicus in die Paukenhöhle (Fig. 20 *28* und links oberhalb *15*, Fig. 19 *20*, 46 II *25*, 33 *13*). Indem sich das untere Ende des Canalis facialis im Laufe des Wachstums verlängert, wird das an ihn anstoßende Stück des Canalis chordae knöchern umhüllt, und erscheint dann als Abzweigung vom Canalis facialis, die spitzwinklig aufwärts und vorwärts von ihm divergiert. Sehr häufig ist die eigentliche Mündung des Canalis facialis an der Unterseite des Schädels in der Tiefe einer Grube (Foramen stylomastoideum der Autoren) getrennt durch eine scharfe Knochenleiste von dem davor liegenden, ebenfalls von außen sichtbaren, spaltförmigen Anfang des Canaliculus chordae.

2) Der Canalis nervi stapedii steigt aus dem vorderen Umfang des Canalis facialis gegen die Höhle für den Musculus stapedius auf. Zuweilen kommt die durch die Oeffnung der Eminentia stapedii eingeführte Sonde durch die untere Oeffnung des Canalis chordae heraus.

3) Der Canalis facialis wird oberhalb des Abganges des Canaliculus chordae in lateraler Richtung gekreuzt von dem Verlauf des Canaliculus mastoideus, der seinen Anfang in einem Loch nahe dem lateral-hinteren Rande der Fossa jugularis nimmt und durch die Fissura squamoso-tympanica (zwischen Processus postauditorius der Schuppe und Superficies mastoidea des Petrosum des Kindes) zur lateralen Oberfläche des Schläfebeins gelangt. Auch dieser liegt beim Kinde in einer Rinne an der unteren Seite des Petrosums hinter dem Processus styloideus und wird erst später knöchern umschlossen.

Zur Entwickelung des Canalis facialis finden sich Angaben bei Vrolik (S. 309, Niederl. Arch. f. Zoolog., Bd. I). Im knorpeligen Primordialschädel ist bloß der Anfangsteil des Kanals vom Porus acustic. internus bis zum Hiatus spurius über der ersten knieförmigen Biegung des Kanals vorhanden; der an der Labyrinthwand der Paukenhöhle gelegene Teil wird direkt knöchern umschlossen (bei manchen Tieren niemals vollständig: Hund, Katze, Kanin [Vrolik]). Der gegen das Foramen stylomastoideum abwärts gerichtete weitere Teil wird ebenfalls gleich knöchern angelegt, indem der oberflächlich liegende Nerv. facialis umwachsen und so von dem ursprünglich vor ihm liegenden Reichert'schen Knorpel getrennt wird (Fig. 20 *10*, *11* und 26 *8*, *9*).

Der Canalis caroticus (Fig. 32, Fig. 31, Fig. 46) beginnt als ein etwa $^1/_2$ cm dicker, knieförmig gebogener Kanal an der unteren Seite des Petrosums hinter der Crista petrosa und steigt zunächst vertikal aufwärts. Zwischen dem medialen Ende des Canalis musculo-

tubarius und der medialen Seite der Schneckenkapsel ist sein Querschnitt zu einem Oval komprimiert. Zugleich erfährt hier der Kanal eine rechtwinklige Biegung (Genu canalis carotici) mit lateral aufwärts gerichteter Konvexität und zieht von da ab in horizontaler Richtung, parallel der Längsachse hinter der vorderen Kante des Petrosums bis zu dessen Spitze. Gegen das mediale Ende des Tubenkanals trennt ihn bloß eine sehr dünne Knochenplatte, deren mediale Fortsetzung einen selbständigen zugleich, an der Unterseite des Schädels vorliegenden Teil seiner vorderen Wand bildet. Der obere Rand der letzteren fällt mit der vorderen Kante des Petrosums zusammen, ihre vordere Fläche schaut zugleich abwärts und bildet an der Unterfläche der Schädelbasis mit dem hinteren Rande des großen Keilbeinflügels eine Rinne (in der die knorpelige Tube verläuft). Die obere Wand (cerebrale) des horizontalen Schenkels des Canalis caroticus trägt an ihrer cerebralen Fläche die Fortsetzung der Furche für den Nervus petrosus superfic. major und verwächst nicht mit der vorderen Wand des Canalis caroticus. Sie ist ein dünnes Knochenblatt von sehr wechselnder Ausdehnung, oft defekt; ihr mediales Ende erreicht vielfach kaum den unteren Rand der Impressio trigemini, ist scharfrandig oder splitterig zerspalten; dann ist der mediale Teil des carotischen Kanals nach der Schädelhöhle zu der Länge nach offen; in anderen Fällen reicht die obere Wand bis zur Spitze der Pyramide und endet mit einem Ausschnit, der von hinten die Eintrittsstelle der Carotis in die Schädelhöhle begrenzt. An einem Schädel sah ich die ganze vordere (untere) Wand des Canalis caroticus beiderseits fehlen, so daß die Rinne für die knorpelige Tube nicht zustande kam. Im aufsteigenden (vertikalen) Schenkel des Canalis caroticus durchbohren zwei oder drei kleine, in einer senkrechten Linie übereinander gelegene Löcher (Canaliculi carotico-tympanici) dessen Scheidewand gegen die Paukenhöhle.

Der Processus styloideus ist eine Bildung des Reichertschen Knorpels und entwickelt sich aus zwei Knochenpunkten desselben. Der obere von beiden, Tympanohyale, der schon vor der Geburt auftritt und im ersten Lebensjahr mit dem Petrosum verwächst, liegt in der Prominentia styloidea der Paukenhöhle und ragt kaum je über die Außenfläche des Schläfebeins vor. Der zweite, Stylohyale, der sich erst nach der Geburt entwickelt, sehr langsam sich vergrößert, liegt ganz frei und verwächst entweder nach der Pubertätszeit mit dem ersteren oder bleibt zeitlebens von ihm durch Bandmassen getrennt. Bei der Maceration fällt er dann ab (Flower, British Associat. Report, 1870.)

Länge, Dicke und Stellung des Griffelfortsatzes sind vielen Variationen unterworfen. In extremen Fällen wird er bis 6 cm lang (Gruber, Virch. Arch., Bd. 50, S. 233) gefunden; in einem solchen Falle trug er an der dem Querfortsatz des Atlas zugewandten Stelle jederseits einen wie durch Usur hervorgerufenen seichten Ausschnitt. Bei großer Länge bildet seine obere Hälfte mit der unteren einen nach vorn offenen Winkel, in dem die untere mehr schräg vorwärts gerichtet ist als die obere. Gewöhnlich enthält er eine Markhöhle im Innern; seine äußere Oberfläche zeigt oft Unregelmäßigkeiten, Eindrücke und knotige Auftreibungen. Zuweilen bleibt der Processus styloideus auf das Tympanohyale beschränkt und damit so kurz, daß er kaum aus der Knochenröhre des Petrosums vorragt, in der sein

oberes Stück befestigt ist. In anderen Fällen besteht er aus mehreren hintereinander durch Bandmasse vereinten Stücken; selten bei alten Leuten verknöchert der von ihm zum Zungenbeinhorn verlaufende Bandstreif (Lig. styloideum), so daß die Knochenspange des Processus styloideus dann bis zum Zungenbein (siehe die Citate bei GRUBER a. a. O.) verlängert erscheint. Vergl. u. das Kapitel Schlundbogenskelet.

Allgemeine Entwickelungsverhältnisse. Knochenpunkte.

Für die Gestaltung des Os petrosum (Os petro-mastoideum, perioticum) ist die Form der Kanäle des Labyrinths des Gehörorgans von maßgebendem Einfluß gewesen, da die letzteren vor Anlage des Petrosum bereits vorhanden waren und letzteres um diese herum zunächst in knorpeliger Vorstufe als eine weite Kapsel entsteht, deren äußere Form an manchen Stellen derjenigen des darin eingeschlossenen Kanalstücks des Labyrinths ähnlich ist. Vor der Mitte des Labyrinths ist der Knorpel des Petrosum durchbohrt von dem Loch, durch welches der Nervus facialis die Schädelhöhle verläßt. Es gehen von der knorpeligen Kapsel des Labyrinths zwei in der Schädelwand gelegene Knorpelplatten aus, eine hinten, eine vorn. Die hintere geht ohne Unterbrechung in die Knorpelmasse des Occipitale laterale über (und trägt eine Furche, Sulcus sigmoideus). (Pars mastoidea des Petrosum, s. Erklärung zu Fig. 57 und 77.)

Die vordere stellt im 4. Fötalmonat ein medialwärts in zwei Zipfel gespaltenes Plättchen dar, welches seinen Ursprung nahe dem oberen Teil der Labyrinthkapsel nimmt. Dieses, Tegmen tympani genannt, deckt die knorpeligen Anlagen der Gehörknöchelchen und überwölbt eine Einsenkung an der Vorderseite der Labyrinthkapsel, durch welche der Nervus facialis seinen Verlauf nimmt (in deren Tiefe auch schon sehr früh die Fenestra ovalis und Fenestra rotunda angelegt sind). so daß sie mit dieser zusammen eine an der äußeren Seite der Schädelbasis gelegene Höhlung, die Paukenhöhlung, des Petrosum bildet, deren untere Wand vorläufig noch (im 5. Fötalmonat) bindegewebig ist. Letztere wird später in ihrer hinteren Abteilung durch eine schmale Knorpelplatte von seiten des Petrosum ersetzt, die Bodenplatte der Paukenhöhle (Fundus tympani). In ihrer vorderen Abteilung entsteht, soweit sie im Ossifikationsgebiet des Os tympanicum gelegen ist, später von letzterem aus Knochensubstanz (Sulcus tubarius ossis tympanici). Die mediale Fortsetzung dieser Höhle wächst in Form einer kurzen Röhre mehr selbständig aus, wobei sie durch einen Einschnitt, in dem die Carotis interna liegt, Incisura carotica, von dem medialen Ende der Labyrinthkapsel getrennt wird. Der Einschnitt wird später überbrückt und so zur Anlage des Canalis caroticus, speciell der Stelle seiner knieförmigen Biegung.

Bei der weiteren Vergrößerung des bereits verknöchernden Petrosum werden die ihm zwar ursprünglich fremden aber äußerlich unmittelbar anliegenden Nerven und Gefäße mehr oder weniger umwachsen und entweder vollkommen umschlossen, so daß sie dann entweder in Kanälen des Petrosum, deren Mündungen an seiner Oberfläche gefunden werden, verlaufen (Canalis caroticus, der außerhalb der Schädelhöhle liegende Teil des Canalis facialis, Porus acusticus

internus) oder in Rinnen oder grubige Vertiefungen der Oberfläche des Knochens eingelassen sind.

Auch die so entstandenen Kanäle sind eigentlich der Oberfläche des Knochens zuzuzählen und haben sämtlich mit dieser gemein, daß sie von einer zusammenhängenden Lamelle kompakter Knochensubstanz, die allerdings an verschiedenen Punkten höchst verschiedene Dicke besitzt, gebildet sind. Eine verhältnismäßig sehr dicke Lage harter kompakter Knochensubstanz umschließt andererseits speciell die Kanäle des Labyrinths des Gehörorgans. Wo Teile des letzteren der Oberfläche des Knochens nahekommen, verschmelzen die kompakten Lamellen beider. Zwischen den kompakten Knochenteilen entwickelt sich beim Wachstum eine Ausfüllungsmasse spongiöser Knochensubstanz, deren Lücken zunächst Knochenmark enthalten. Unabhängig von diesen entstehen im Anschluß an die Ausbildung des Warzenfortsatzes die lufthaltigen hintersten Zellen der Paukenhöhle. (Näheres s. die betreffenden Abschnitte.)

Die Verknöcherung des Petrosum beginnt relativ spät. Erst in der letzten Hälfte des 5. Fötalmonats treten drei sehr rasch wachsende und gegen das Ende des 6. Fötalmonats untereinander bereits verschmelzende Knochenpunkte auf nämlich:

1) Ein unterer (Opisthotic, Huxley) zwischen Fenestra ovalis und rotunda, entsprechend dem Promontorium. Von ihm aus verknöchert etwa die untere Hälfte des Petrosum, speciell die ganze Umgegend der Fenestra ovalis, rotunda, die untere Wandhälfte des Porus acusticus internus.

2) Ein oberer (Prootic Huxley) der oberhalb des oberen Bogengangs des Labyrinths erscheint und fast über die ganze cerebrale Fläche des Petrosum auch seiner Pars mastoidea sich ausbreitet. Er bildet auch die obere Wandhälfte des Porus acusticus internus.

3) Ein hinterer (Epiotic Huxley), von dem aus der untere senkrechte Bogengang und die unteren Partien der Pars mastoidea verknöchern.

Ein eigener Knochenpunkt soll im äußeren Bogengang und ein weiterer in Tegmen tympani (Os pterioticum) vorübergehend erscheinen (Sutton). Vrolik beschreibt außerdem einen eigenen Knochenpunkt für die Spitze der Schnecke, sowie einen für das Crus commune der beiden senkrechten Bogengänge.

Vrolik bestreitet die Homologie der drei Knochenpunkte des Schläfebeins mit den Otica Huxley's und hält es für fraglich, ob überhaupt die Komponenten des Petrosum Homologe diskreter Knochen niederer Wirbeltiere seien. Er findet für den Menschen 6 Knochenpunkte, die nach der Zeit ihres Auftretens hier benannt werden sollen. 1) Der erste im Promontorium erscheint bei 17 cm langen Embryonen und vereint sich später mit dem vierten am Crus commune beider senkrechten Bogengänge, deren Wand er bildet, zum Opistotic Huxley's. 2) Der zweite Knochenpunkt vereint sich mit dem dritten (an der Spitze der Schnecke) von allen zuerst und dann mit dem sechsten (dicht hinter der Squama in der Pars mastoidea) zum Prootic Huxley's. 3) Der fünfte Knochenpunkt außen vom horizontalen Bogengang in der knorpeligen Pars mastoidea entspricht dem Epiotic Huxley's.

Bei Säugetieren treten sonst noch mehr Knochenpunkte auf.

Die durch den Markraum von der allgemeinen Knochenkapsel des Labyrinths getrennten Teile der knöchernen Schnecke, die Wand der

Scala tympani und vestibuli, der Gehörnerven-Kanälchen im Grunde des Porus acusticus internus, sowie die Teile des Modiolus, sind nicht knorpelig präformiert, sondern entwickeln sich durch Ossifikation des die Nerven umhüllenden Bindegewebes.

Durch den Aquaeductus vestibuli und Aquaeductus cochleae steht das Periost der Außenfläche des Petrosum mit der Periostauskleidung der knöchernen Labyrinthkanäle in Verbindung.

Verbindungen des Schläfebeins.

Die Schläfebeinschuppe verbindet sich regelmäßig mit der Ala temporalis des Keilbeins und mit dem Seitenwandbein durch Naht. Ihr an der Schädelbasis gelegener Randteil ist sagittal gerichtet, außen wenig zackig, auf Kosten der äußeren Fläche zugeschärft, gegen die cerebrale Fläche zunehmend mit Zacken versehen, die sich über den Nahtrand des Keilbeins hinschieben. Aufwärts von der Linea infratemporalis wechselt die Zuschärfung des Schuppenrandes entlang der Verbindung mit dem Keilbein allmählich oder mehr plötzlich, und bildet den Uebergang zu einer oberhalb einer (nicht immer vorhandenen) Zacke, Angulus sphenoparietalis (ev. Processus frontalis [Squamae]), wo die Verbindung mit dem Seitenwandbein anfängt, konstant ausgeprägten Zuschärfung auf Kosten der inneren Fläche; diese Art der Zuschärfung erhält sich am ganzen konvexen Rande der Schuppe bis zur tiefsten Stelle der Incisura parietalis. Die von der Zuschärfung betroffene Zone der Innenfläche des Knochens ist meist in der Mitte am breitesten, durchschnittlich $1\,^1/_2$ cm, oft mehr, vorn und hinten schmäler. Sie überlagert ihren Abdruck am unteren Rande des Parietale von außen. Zwischen beiden entsteht so die Schuppennaht, Sutura squamosa, in welcher sehr häufig ein oder mehrere glatte Schaltknochen eingeschlossen sind. Der hintere Rand der Incisura parietalis, der auch noch der Schuppe zugehört, ist auf Kosten seiner Außenfläche zugeschärft und wird durch den sog. Margo mastoideus des Parietale von außen her überdeckt. Die in dieser hinteren Abteilung der Sutura parietosquamosa verlaufende Nahtspalte führt also von außen-unten nach oben-innen, liegt also gerade umgekehrt wie die in der vorderen Abteilung, deren Spalte von außen-oben, nach innen-unten die Schädelkapsel durchsetzt. — In der Incisura parietalis finden sich nicht selten Schaltknochen; auch ein Emissarium.

Das hinter der Incisura parietalis aufwärts gerichtete obere Ende des Margo parietalis der Schuppe stößt spitzwinklig (im Angulus parietooccipitalis) mit dem Margo occipitalis der wirklichen Pars mastoidea zusammen. Dieser Rand ist meistens dick, in charakteristischen Fällen rechtwinklig zur Fläche des Knochens geschnitten und durch horizontale Einschnitte in lauter parallele glatte Leisten geteilt. Er verbindet sich mit dem abwärts vom Bereich des Interparietale gelegenen Teile des Occipitale superius und Exoccipitale. Wo derselbe die Grenze beider überschreitet, findet sich in oder neben der Naht das For. mastoideum. Die Nahtabteilung entlang dem Exoccipitale (Pars condyloidea) verläuft meistens relativ glatt, fast geradlinig, obliteriert ein- oder beidseitig manchmal schon sehr früh (12. Lebensjahr). An ihr vorderes Ende schließt sich die Synchondrosis petrooccipitalis, unterhalb der Stelle, an welcher der Sulcus sinus transversi die Naht zwischen Hinterhaupt- und Schläfebein kreuzt. Medialwärts davon, entlang der ganzen Fossa jugularis und der Apertura extern. aquaed. cochleae ist normal,

der Rand des Petrosum frei und bildet die vordere Grenze des Foramen jugulare des Schädels. In einzelnen Fällen verbindet sich ein vom Umfang des Aquaeduct. cochleae herkommendes Knochenblatt mit dem Occipitale und verwandelt das hintere Ende des Sulcus petrosus inferior in einen kurzen Kanal, der vom Foramen jugulare getrennt die Schädelhöhle verläßt. Eine lateral davon manchmal zugleich vorkommende Knochenbrücke kann die durch den Processus interjugularis gewöhnlich unvollkommen bleibende Trennung der medialen und lateralen Abteilung des Foramen jugulare vollständig machen. Entlang der Pars basilaris ist das Petrosum durch eine vorwärts an Dicke stark zunehmende Bindegewebsmasse mit eingestreuten kleinen Knochenstückchen zur Bildung der Sutura petrobasilaris befestigt. — Soweit die vordere Kante der Pyramide Wand des carotischen Kanals ist, bleibt sie durch eine feine Spalte von dem hinteren Rande des großen Keilbeinflügels geschieden. Abwärts hiervon schließen beide eine nach unten offene Halbrinne ein, die sich an die mediale Oeffnung des Canalis tubarius anschließt. Die medialste Ecke der unteren Wand des letzteren, die vom Tympanicum gebildet ist, liegt hinter der Spina angularis des Keilbeins.

Litteratur.

Bürkner, K., *Kleine Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Gehörorgans*, *Arch. f. Ohrenheilk.* 1878. 13. *Bd.*; 14. *Bd.* 136.

Calori, L., *Di alcuni particolari intorno alla varietà delle cellule di Rivino*, *Memorie dell'Accad. delle scienze dell' Istituto di Bologna S. IV P.* 1, 1881.

Derselbe, *Su la stenosi del forame jugulare e le sue concomi tanze*, 1 *Tav.*, *Memorie d. R. Accad. d. sc. d. istuto di Bologna S. V T.* 2 *Fsc.* 2/3 1892.

Cheatle, A H., *The mastoid antrum in children*, *Lancet* 1892 *V p.* 1264—1265. (*Topographisches*; 1 *Holzschnitt.*)

Clarke, J. J, *Some observations on the temporal bone chiefly in childhood*, *Journ. Anat. and Physiology V No.* 27, 1893, 411—414.

Corner, E. M, *The processes of the occipital and mastoid regions of the skull*, *Journ. of anatomy and physiology Vol.* 30 *p.* 386, 1896 (*nennt den Wulst zwischen Incisura mastoidea und Sulcus art. occipitalis*, *Processus paramastoideus*, *den gleichnamigen der Autoren am Hinterhaudtbein Proo. paroccipitalis.*

Crepuska, Geza, *Ein bei der operativen Eröffnung des Warzenfortsatzess vorgekommenes seltenes Verhältnis* (*gleichzeitige Eröffnung des Processus condyloideus des Hinterhauptbeins*), *Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 26. *Bd.* 1892, 153—157.

Flesch, *Zur Kenntnis der sog. Dehiscenz des Tegmen tympani*, *Arch. f. Ohrenheilk.* 14. *Bd.* 1879, 15; 18. *Bd.* 1882.

Flower, *British Association Report* 1870 (*Entwick. des Processus styloideus*).

Friedlowsky, A, *Ueber abnorme Oeffnungen an der unteren Wand der Paukenhöhle und das Vorkommen von einem Sulcus caroticus statt des gleichnamigen Kanals*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1868 *No.* 8.

Gegenbaur, C., *Bemerkungen über den Canalis Fallopiae*, *Morpholog. Jahrb.* 2. *Bd.* 1876, 435—439.

Grnber, J., *Beiträge zur Anatomie des Schläfebeins*, *Wiener med. Wochenschr.* 1867.

Derselbe, *Ueber den Sulcus tympanicus*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1871 *No.* 12, 1872 *No.* 1.

Derselbe, *Seltene Anomalie des Drosseladerlochs*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1876 *No.* 2, 17—19.

Gruber, W., *Ueber enorm lange Processus styloides der Schläfebeine*, *Virch. Arch.* 50. *Bd.* 2. *H.* 232, 1 *Taf.*

Derselbe, *Ueber einen anomalen Kanal für eine aus der Art. mening. media innerhalb der Schädelhöhle entspringende Art. tempor. profunda*, *Virch. Arch.* 63. *Bd.* 100, *Taf. II.*

Derselbe, *Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg Sér. VII T.* 31 *No.* 5.

Derselbe, *Enorm weiter Canalis mastoideus*, *Virch. Arch.* 65. *Bd.* 9, *Taf. I u. II.*

Derselbe, *Der Paukendeckknochen, Ossiculum tegmenti tympani*, *Bull. phys.-math. de l'Acad. impériale d. sc. de St. Pétersbourg T.* 17 *No.* 21.

Hallmann, *Vergleichende Osteologie des Schläfebeins*, *Hannover* 1837.

Humphry, *A treatise on the human skeleton*, *Cambridge* 1858.

Hyrtl, J., *Ueber spontane Dehiscenz des Tegmentum tympani und der Cellulae mastoideae, Sitzungsberichte der Wiener Akademie* 1858, 30. *Bd*

Jaenicke, *Beitrag zu den Anomalien des Schädeldaches, Kieler Diss.* 1877.

Joseph, L., *Osteologischer Beitrag über das Schläfebein u. s. w., Zeitschr. f. rationelle Medizin* 28. *Bd.* 1860, 105.

Kirchner, *Ueber das Vorkommen einer Fissura mastoidea squamosa und deren praktische Bedeutung, Arch. f. Ohrenheilk.* 14. *Bd.* 1879.

Kisselbach, W., *Beitrag zur normalen und pathologischen Anatomie des Schläfebeins, mit besonderer Rücksicht auf das kindliche Schläfebein, Arch. f. Ohrenheilk* 15. *Bd.* 1880

Kopetsch, J., *Ueber das Foramen jugulare spurium und den Canalis temporalis am Schädel der Säugetiere, Königsberg i. Pr.* 1896, 55 *S.*

Körner, O., *Zur Kenntnis der spontanen Dehiscenzen im Dache der Paukenhöhle, Arch. f. Ohrenheilk.* 28. *Bd.* 1889, 3. *H.* 169—172.

Derselbe, *Neue Untersuchungen über den Einfluſs der Schädelform auf einige topographisch wichtige Verhältnisse am Schläfebein, Zeitschr. f. Ohrenheilk.* 19. *Bd.* 4. *H.* 322—328, 1889.

Derselbe, *Ueber die Fossa jugularis und die Knochenlücken im Boden der Paukenhöhle, Arch. f. Ohrenheilk.* 30. *Bd.* 1890, 236.

Derselbe, *Untersuchungen über einige topographische Verhältnisse am Schläfebein, dritte Reihe, Zeitschr. f. Ohrenheilk.* 22. *Bd.* 1892, 182—191.

Derselbe, *Ueber die Möglichkeit, einige topographisch wichtige Verhältnisse am Schläfebein aus der Form des Schädels zu erkennen, Zeitschr. f. Ohrenheilk.* 16. *Bd.* 1886, 212—224; 19. *Bd.* 1889, 322.

Legge, *Il foramen jugulare spurium ed il canalis temporalis nel cranio di un uomo adulto, Bullettino delle scienze mediche di Bologna* 1890, *Vol. 1* 7, 509 *ff.*

Luschka, *Die Foveae glaudulares und die Arachnoidealzotten der mittleren Schädelgrube, Virch. Arch.* 18. *Bd.*

Derselbe, *Das Foramen jugulare spurium und der Sulcus petroso-squamosus des Menschen, Zeitschr. f. rationelle Medizin* 1859.

Politzer, A., *Ueber den Processus styloideus, Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Festschrift für Carl Ludwig, Leipzig* 1875 *Hft.* 1.

Mayet, *Quelques considérations sur le développement du conduit auditive externe, Bulletins de la société d'anthropologie de Paris, A.* 69, 1894, *p.* 952.

Rüdinger, *Ueber den Canalis facialis etc., Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1873 *No.* 6.

Derselbe, *Ueber die Bildung der Kanäle und Hohlräume im menschlichen Schläfebein, München* 1876.

Sappey, Pt. C., *Traité d'anatomie descriptive, Paris* 1888.

Schwalbe, G., *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, Erlangen* 1887.

Stieda, *Arch. f. Anthropologie* 11. *Bd.*

Symington, J., *Two adult temporal bones with non-union of the squamous and petromastoid portions, with* 2 *woodcuts, Journal of Anatomy Vol.* 23, *New Series Vol.* 3 *No.* 1, 1888, *p. II—V.*

Derselbe, *The mastoid portion of the temporal bone Edinbourgh medical Journal* 1886, *October*, 293—298.

Thiem, *Ueber Verrenkungen des Unterkiefers nach hinten, Arch. f. klin. Chir.* 37. *Bd.* 3. *H.* 529, *mit Tafel.*

Derselbe, *Geschlechtsunterschiede am Schläfebein, Korrespondenzbl. d. Deutsch. Gesellsch. f. Anthropologie* 33. *Jahrg.* 1892 *No.* 8, 37.

Urbantschitsch, *Beiträge zur Anatomie der Paukenhöhle, Arch. f. Ohrenheilk.* 2. *Bd.* 50.

Virchow, *Ueber einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel, Abhandl. d. Kgl. Akademie d. Wissensch. zu Berlin* 1875. (*Processus frontalis squamae temporalis.*)

Voltolini, *Der Canalis petrosa mastoideus im Schläfebein, Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1868 *No.* 2.

Vrolik, *Die Verknöcherung des Schläfebeins der Säugetiere, Niederländ. Arch. f. Zool.* 1. *Bd.* 3, 1873.

Wagenhäuser, G J., *Beiträge zur Anatomie des kindlichen Schläfebeins, Arch. f. Ohrenheilk.* 19. *Bd.* 1883, 113.

Zander, *Ueber die Impressio trigemini der Felsenbeinpyramide des menschlichen Schädels, Anat. Anz.* 1894, 681 *ff.*

Zoja, G, *Sul apofisi mastoidea, Milano* 1864. (*Allgemeine Cavitas mastoidea.*)

Derselbe, *Der Processus mastoideus und seine Zellen, Annali universali* 188, *Maggio* 1864.

Zuckerkandl, *Zur Entwickelung des äuſseren Gehörganges, Monatsschr. f. Ohrenheilk* 1873, 3.

Derselbe, *Beitrag zur Anatomie des Schläfebeines, Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1873 *No.* 9.

Derselbe, *Zweiter, dritter Beitrag zur Anatomie des Schläfebeines, Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1874 *No.* 7, 1878 *No.* 3 *u.* 4.

Derselbe, *Zur Anatomie des Warzenfortsatzes, Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1879 *No.* 4.

Die Knochengruppe des Siebbeins i. w. S.

Dieselbe umfaßt diejenigen Knochenteile, welche im Ethmoidalknorpel (s. u. allgemeine Entwickelung des Nasenskelets) auftreten. Sie verwachsen miteinander zum Siebbein i. e. S.; getrennt von diesem persistiert jederseits nur die untere Nasenmuschel.

Das Siebbein, Os ethmoidale.

Synonyme: Os cribrosum, spongiosum. Englisch: The ethmoid bone. Französisch: L'éthmoïde. Italienisch: Osso etmoide.

Das Siebbein beteiligt sich bloß mit einer sehr kleinen, jederseits vor einer medianen Kante, Crista galli (Fig. 47 *3*), gelegenen und von zahlreichen Löchern für den Durchtritt des Riechnerven siebförmig durchbrochenen Platte, Lamina cribrosa, Siebplatte (Fig. 47 *5*), welche die Incisura ethmoidalis des Stirnbeins ausfüllt an der Umgrenzung der Schädelhöhle. Der weitaus größere Teil hängt von der Unterseite der Lamina cribrosa vor dem Keilbeinkörper ins Gebiet des Gesichtsschädels herab, um hier die paarigen Nasenhöhlen von oben und der Seite her zu umfassen und in der Mitte voneinander zu trennen.

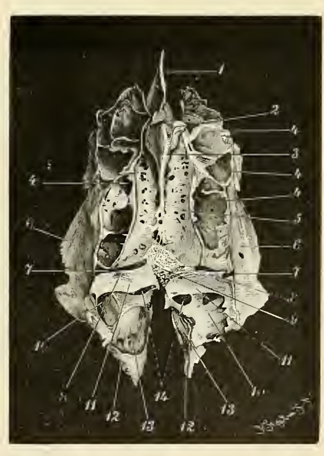


Fig. 47. Siebbein des Erwachsenen, von oben gesehen, in Verwachsung mit den vom Keilbein getrennt gebliebenen Conchae sphenoidales. *1* Lamina perpendicularis. *2* Processus alaris. *3* Crista galli. *4* Cellulae frontales. *5* Lamina cribrosa. *6* Lamina papyracea. *7* Sulcus ethmoidalis posterior. *8* Rauhigkeit für die Anlagerung des Jugum sphenoidale; *9* Rauhigkeit für die Auflagerung der Spina ethmoidalis des Keilbeins. *10* Cellula sphenoidalis des Siebbeins (die sich abwärts in die Cellulae maxillares oder palatinae öffnet). *11* senkrechtes Knochenblatt, welches die Cellulae frontales und sphenoidales, ferner den von, *12*, der Concha sphenoidalis unten umfaßten, *13* Sinus sphenoidalis von der Nasenhöhle trennt. Darunter, *14*, Oeffnung des Sinus sphenoidalis in die Nasenhöhle. In den dreiseitigen Spalt zwischen den Conchae sphenoidales schiebt sich die untere Kante des Keilbeinkörpers und des Rostrum sphenoidale ein.

Zu diesem Zweck besteht das Siebbein aus drei durch die beim Menschen horizontal gestellte Siebplatte zusammengehaltenen Teilen: einer medianen senkrechten Platte, Lamina perpendicularis, Mesethmoid (Fig. 47 *1*), die den obersten Teil der Nasenscheidewand bildet, und deren Fortsetzung oberhalb der Lamina cribrosa als Crista galli (Fig. 47 *3*) in die Schädelhöhle vorragt, und zwei paarigen Seitenteilen, die im Bereich der lateralen Wand der Nasenhöhle unter

dem Stirnbein gelegen sind und Siebbeinlabyrinth, Labyrinthus [ossis ethmoid.], Ethmoturbinale, heißen (Fig. 46). Die Breite des Siebbeins entspricht hinten genau der des Keilbeinkörpers (samt Conchae sphenoidales). Die Lamina perpendicularis schließt an den vorderen Rand der Scheidewand der Keilbeinhöhlen an; die Seitenwand der letzteren geht in die lateralsten Teile der Siebbeinlabyrinthe über. Letztere und mit ihnen das ganze Siebbein verschmälern sich gegen den Nasenrücken. Der ganze Knochen besteht aus dünnen und gebrechlichen Blättern und Bälkchen, mit weiten Hohlräumen dazwischen (Cellulae), deren speciellere Verhältnisse mancherlei Variationen aufweisen.

Der in der Medianlinie oberhalb der Lamina cribrosa in die Schädelhöhle sich erhebende, Crista galli benannte Knochenkamm beginnt hinten niedrig und steigt mit freiem, konkavem, glattem Rande vorwärts, am unversehrten Schädel gegen die Crista frontalis des Stirnbeins an. Kurz vordem er diese erreicht, biegt sein Rand gewöhnlich steil abwärts und endet oberhalb einer Rinne, die mit einer gegenüberliegenden am Stirnbein das Foramen coecum (Fig. 90 *2*) umschließt. Die Rinne entsteht dadurch, daß der vordere Rand der Crista galli in zwei lateralwärts gerichtete flügelähnliche, nicht immer gut ausgebildete Fortsätze auseinanderweicht, Processus alares (Fig. 47 *2*, Fig. 48 *2*), deren vordere rauhe Flächen mit entsprechenden Rauhigkeiten am Stirnbein sich verbinden. Die vorderen Teile der Crista galli sind manchmal kolbig verdickt oder durch im Innern derselben entstandene Markräume blasig aufgetrieben.

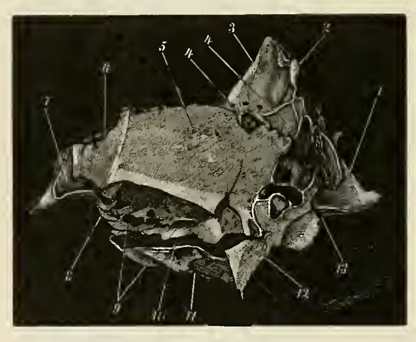


Fig. 48. Siebbein des Erwachsenen, von der rechten Seite (dasselbe Präparat wie Fig. 47). *1* Lamina perpendicularis. *2* Processus alaris. *3* Crista galli. *4* vordere Cellulae frontales. *5* Lamina papyracea. *6* hinterste Ecke derselben, hinter welcher ein Stück der Seitenwand der Cellula sphenoidalis in diesem Falle noch mit dem Siebbein verwachsen ist *7* Sinus sphenoidalis. *8* Cellula palatina. *9* Cellulae maxillares, fast ganz durch eigene Knochenblättchen des Siebbeins verschlossen. *10* Hohlraum an der medialen Seite der unteren Siebbeinmuschel. *11* Untere Siebbeinmuschel (eingerollter Teil derselben). *12* Processus uncinatus. *13* Cellulae lacrymales.

Die **knöcherne Lam. perpendicularis** des Siebbeins bildet sich durch eine von der Crista galli ausgehende, abwärts fortschreitende Ossifikation in der senkrechten Knorpelplatte (Fig. 54 *10*), welche die beiden Hälften der Nasenhöhle schon in früher Fötalzeit trennt. Je nachdem die Ossifikation sich mehr oder weniger weit abwärts ausdehnt, findet man die Knochenplatte der Lamina perpendicularis und den an ihrem unteren und vorderen Rande beim Erwachsenen persistierenden Rest des knorpeligen Nasenseptums größer oder kleiner und verschieden umgrenzt.

In der Regel ist die Lamina perpendicularis (Fig. 49 unterhalb *13*) einem verschobenen Fünfeck ähnlich, dessen oberem Rand ihre Anheftungslinie an die Laminae cribrosae entspricht. Der hintere Rand, Keilbeinrand, ist dünn und in ganzer Länge mit dem Vorderrande des Septum sinuum sphenoidalium und der oberen Seite des Rostrum sphenoidale verbunden. Die unteren und vorderen mit Knorpelresten verbundenen Randteile sind, leicht gespalten, stets erheblich dicker als der übrige Teil der Platte und stoßen in spitzerem oder abgerundet-stumpfem Winkel zusammen. Von diesen schiebt sich der untere Rand, Pflugscharrand, mit seinem knorpeligen Anhang entweder zwischen die symmetrischen Lamellen des Pflugscharbeins ein oder verbindet sich bei Rückbildung des Knorpels mit der einen oder anderen dieser Lamellen. Letzteres ist gewöhnlich der Fall und wird häufig von einer Verbiegung der Lamina perpendicularis begleitet, welcher auch die anderen Teile des Nasenseptums folgen. Der Vorderrand, Knorpelrand der Platte, trägt den knorpeligen Teil des Nasenseptums, der bei Maceration des Knochens verloren geht und steigt schräg vor-aufwärts, gerade, gebogen oder winklig ausgeschnitten gegen den Nasenrücken hin auf. Von seinem oberen Ende bis zum Vorderende der Crista galli erstreckt sich der Stirnrand der Platte (Fig. 49 hinter *14*), der sich von hinten her mit dem Processus nasalis und der Spina nasalis des Stirnbeins verbindet. Von diesem Rande gehen zuweilen entlang dem unteren Rande der Processus alares Plättchen lateral-rückwärts entlang dem Vorderrande der Lamina cribrosa zum Siebbeinlabyrinth hin, welche dann den obersten Abschnitt der Nasenhöhle von vorn her umfassen und hierdurch an die ursprünglichen Verhältnisse der knorpeligen Nasenkapsel (s. dort) erinnern.

Die **Lamina cribrosa**, jederseits vom Ursprung (Fig. 47 *5*, Fig. 58 *2*, Fig. 90 *4*) der Crista galli ausgebreitet, bildet den Boden eines kleinen Teils der Schädelhöhle und gleichzeitig die Decke der Nasenhöhle. Sie entwickelt sich in Gestalt eines horizontal ausgebreiteten Geflechtes von Knochenbälkchen, durch dessen Lücken die Aeste der Riechnerven aus der Schädelhöhle in die oberste Partie der Nasenhöhle übertreten und zwar von dem medialen oberen Rande der Siebbeinlabyrinthe aus und erreicht im Laufe des zweiten Lebensjahres die Grenze zwischen Crista galli und Lamina perpendicularis, um mit ihr zu verwachsen. In späteren Jahren verengen sich die Löcher der Lamina cribrosa etwas und erscheinen manchmal jederseits in zwei nicht scharf getrennten Parallelreihen entlang den Verbindungslinien mit dem Labyrinth und der Lamina perpendicularis; im einzelnen ist in ihrer Verteilung eine bestimmte Regel nicht zu erkennen. Ihre Form ist rundlich oder schlitzförmig. Ein neben dem vorderen Teil der Crista galli befindlicher Schlitz dient dem Nervus ethmoidalis zum Durchtritt (Fig. 51, die Sonde oberhalb *19*) in die Nasenhöhle. Hinter ihm läuft auf dem Seitenrande der Lamina cribrosa für denselben Nerven eine Furche in schräger, fast sagittaler Richtung als Fortsetzung des zwischen Stirnbein und Seitenteilen des Siebbeins eingeschlossenen Kanals (Fig. 51 *11* links), welcher mit dem Foramen ethmoidale anterius in der medialen Wand der Augenhöhle seinen Anfang nimmt (Stieda, Ueber den Sulcus ethmoidalis, Anatom. Anzeiger, 6. Jahrg., 1891, S. 233).

Jedes S i e b b e i n l a b y r i n t h besteht aus einem Gefüge sehr



Fig. 49. Sagittalschnitt des Schädels neben der Medianlinie und dem Nasenseptum. *1* Sulcus transversus, darin die Mündung des Foramen mastoideum. *2* Protuberantia occipitalis externa. *3* Sutura lambdoidea. *5* Schaltknochen zwischen Parietale, Temporale, Sphenoidale und Frontale. *6* Dorsum sellae. *7* Schaltknochen (Pterion). *8* Sutura coronalis. *9* Sulcus pro arteria meningea media. *10* Processus clinoideus anterior, davor das Foramen opticum. *11* Sinus sphenoïdalis. *12* Crista frontalis interna. *13* Crista galli. *14* Spina nasalis oss. frontis. *15* Schnittfläche, *15'* hintere Fläche des Nasenbeins. *16* Spitze der mittleren Nasenmuschel. *17* untere Nasenmuschel. *18* Rand der Apertura pyriformis. *19* Spina nasalis anterior. *20* Foramen incisivum (Sonde im rechten Canalis incisivus zur Nasenhöhle). *21* Alveole des ersten unteren Schneidezahns, der verloren ist. *22* Schnittfläche des Unterkiefers. *23* dessen Fossa digastrica (Ansatz des gleichnamigen Muskels). *24* Spina mentalis interna. *25* Linea obliqua interna (mylohyoidea). *26* Spina nasalis posterior (Gaumenbein). *27* Sulcus mylohyoideus. *28* mediale Lamelle des Processus pterygoideus. *29* Processus pyramidalis des Gaumenbeins. *30* Laterale Lamelle des Processus pterygoideus. *31* Processus styloideus. *32* Schnittfläche der Pars basilaris und des Basisphenoids. *33* Canalis hypoglossi.

dünner Knochenblätter mit zwischen ihnen eingeschlossenen Hohlräumen. Der äußere Gesamtumfang läßt sich noch am ehesten einem vorwärts in transversaler Richtung verjüngten Keile mit rechteckigen Seitenflächen vergleichen.

Entlang der medialen oberen Kante ist das Siebbeinlabyrinth mit dem lateralen Rande der Lamina cribrosa verbunden. Lateralwärts von dieser Linie besitzt es eine Breite, welche jedesmal gleich ist derjenigen der Cellulae frontales des Stirnbeins, welche die Zellen des Siebbeinlabyrinths von oben her decken.

Die im Siebbeinlabyrinthe enthaltenen Hohlräume (Cellulae ethmoidales, Siebbeinzellen) sind nur in den hinteren zwei Dritteln lateralwärts konstant durch eine sehr zarte, meist viereckige Platte, Papierplatte, Lamina papyracea (Fig. 48 *5*, Fig. 47 *6*), abgeschlossen, welche am unversehrten Schädel an der medialen Seite der Augenhöhle (Fig. 93 *7*) zu Tage tritt und so dünn ist, daß sie die an ihrer medialen Seite befindlichen Anheftungslinien der Scheidewände der Siebbeinzellen in Form einer weißlichen Marmorierung durchschimmern läßt.

Ihre der Augenhöhle zugewandte glatte Fläche besitzt gewöhnlich eine leicht sattelförmige Krümmung, konvex (Fig. 95 *22*) in der Richtung der Diagonale von der hinteren oberen zur vorderen unteren Ecke, konkav in der Richtung der anderen Diagonale. Ausnahmsweise sind einzelne Stellen derselben durch stark ausgedehnte Siebbeinzellen blasig gegen die Augenhöhle vorgetrieben.

Einschnitte, welche die Platte in eine vordere und hintere Abteilung zerlegen oder den Rand kerben, sind meist vorübergehende Ossifikationslücken; Thomson fand die vordere Abteilung der Papierplatte ganz von der hinteren durch eine Spalte getrennt und bald mit dem Stirnbein, bald mit dem Oberkiefer verwachsen.

Selten entstehen Defekte im höheren Alter durch Rückbildungen.

Die Lam. papyracea ist niemals so lang, daß sie auch das vorderste Drittel der Siebbeinzellen lateralwärts abschließt. Letztere erhalten ihren lateralen Abschluß durch das sie deckende Thränenbein. Daher ihr Name Cellulae lacrymales (Fig. 48 *13*).

In ihren Einzelheiten weisen die Siebbeinzellen mannigfache Schwankungen auf in Bezug auf Größe, Zahl, Einteilung durch Septen. Sie sind Anhänge resp. lufthaltige Nebenräume der Nasenhöhle, deren Ausdehnung die Grenzen des Siebbeins durchbrechend verschieden weit in die anschließenden Ränder benachbarter Knochen eindringen kann, und die dann am isolierten Siebbein offenstehen. Alle Siebbeinzellen, zumal die Cellulae frontales münden, abwärts trichterförmig verjüngt durch spaltenförmige Oeffnungen unter überhängenden Knochenblättern, den sog. Muscheln, in die Nasenhöhle.

Die Zellen des ausgewachsenen Siebbeins stehen entlang der medialen Seite der Ränder der Lamina papyracea und deren Ergänzung durch das Thränenbein vielfach aufwärts, rückwärts und abwärts offen und werden nach den am unzerlegten Schädel sich darauf legenden Rändern benachbarter Knochen benannt. Entlang dem oberen, mit dem Stirnbein verbundenen Rande der Papierplatte (auch des Thränenbeins) öffnen sich die Cellulae frontales (Fig. 47 *4*). Entlang dem hinteren Rande (mit dem Keilbein lateral vom Zugang zu den Keilbeinhöhlen verbunden, Margo sphenoidalis) liegen die

Cellulae sphenoidales (Fig. 47 *10*), darunter und davor, neben dem ans Gaumenbein stoßenden Rand die Cellula palatina (*8*);

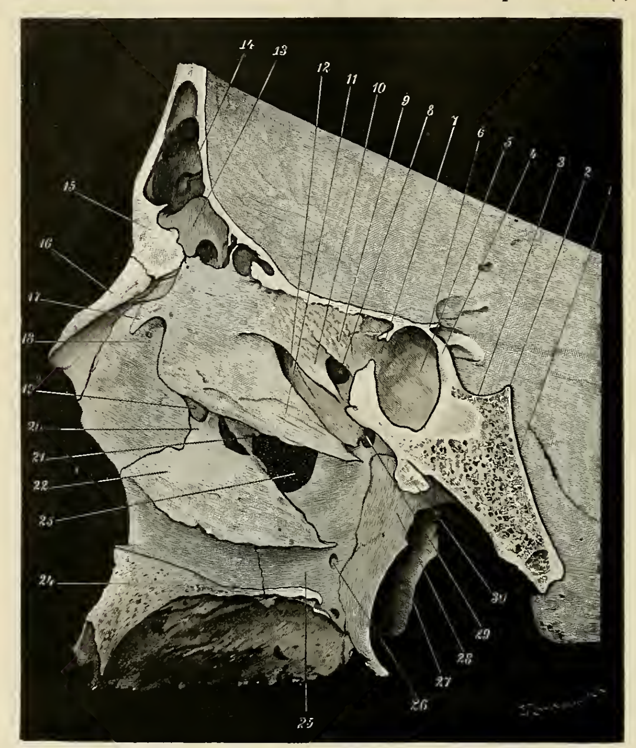


Fig. 50. Laterale Wand der Nasenhöhle und Umgebung von der medialen Seite besehen. Siebbein mit drei Muscheln (untere, mittlere, obere). Stirnhöhle weit, angeschnitten. *1* Clivus. *2* Dorsum sellae. *3* Sella turcica. *4* Tubercul. sellae. *5* Sinus sphenoidalis. *6* Limbus sphenoidalis. *7* Oeffnung des Sinus sphenoidalis. *8* obere Siebbeinspalte (oberster Nasengang). *9* oberste Siebbeinmuschel. *10* mittlere Siebbeinmuschel. *11* untere Siebbeinmuschel. *12* oberer Nasengang (untere Siebbeinspalte). *13*, *14* Stirnhöhle. *15* Schnittfläche des Stirnbeins. *16* Schnittfläche des Nasenbeins. *17* vordere Spitze des Siebbeinlabyrinths, die sich an die Crista ethmoidalis des Oberkiefers anfügt. *18* mediale Fläche des Processus nasofrontalis des Oberkiefers. *19* unterstes Stück des Thränenbeins, in Verbindung mit, *20*, Processus lacrymalis der unteren Nasenmuschel, die mediale Wand des Thränennasengangs bildend. *21* Processus uncinatus des Siebbeins, an den Processus ethmoidalis der unteren Nasenmuschel angefügt. *22* untere Nasenmuschel. *23* Antrum Highmori *24* Schnittfläche des knöchernen Gaumens. *25* Os palatinum (Lam. perpendicularis). *26* zufällige Dehiscenz in der medialen Wand des Canalis pterygopalatinum. *27* Fossa pterygoidea des Keilbeins. *28* mediale Lamelle des Processus pterygoideus. *29* Foramen nasale (spheno-palatinum). *30* Processus vaginalis (Schnittfläche).

vor dieser entlang dem mit dem Oberkiefer verbundenen unteren Rande der Lam. papyracea die Cellulae maxillares (Fig. 48 *9*).

An der medialen Seite sind die Zellen der Siebbeinlabyrinthe zunächst unter der Lamina cribrosa durch eine zusammenhängende Platte abgeschlossen, an deren lateraler Seite die Wände der Siebbeinzellen anhaften, deren mediale Seite frei und der Lamina perpendicularis zugekehrt ist, so daß zwischen beiden ein höchstens 3—4 mm breiter Zwischenraum von der Gestalt einer senkrechten Spalte eingeschlossen wird, dessen oberer Abschluß die Lamina cribrosa jederseits bildet (Fig. 96 zwischen *11* und *12*). Diese Spalte ist der oberste Teil der Nasenhöhle. Die ihr zugewandte Seite der Lamina perpendicularis und der Siebbeinlabyrinthe zeigt in individuell wechselnder Ausdehnung und im Anschluß an die unteren Oeffnungen der Löcher der Lamina cribrosa eine große Anzahl abwärts bald flach auslaufender Furchen, die der Ausbreitung der Aeste des Riechnerven entsprechen. Die abwärts davon gelegenen Teile der Fläche zeigen an der Lamina perpendicularis im Gegensatz dazu glatte Oberfläche, an der medialen Seite der Siebbeinlabyrinthe aber eine durch kleine Unebenheiten, Vortreibungen, Grübchen und niedrige Knochenleistchen eigentümlich unregelmäßige, zuweilen schwammige Beschaffenheit.

Weiter unten ist die Kontinuität der medialen Decke der Siebbeinzellen wenigstens hinten unterbrochen. Sie wird durch eine oder zwei von hinten her eindringende, vorwärts verschmälert endende Spalten, Fissurae ethmoidales (Fig. 50 *12*, *8*) in zwei oder drei hinten zipfelförmig spitz zulaufende, medialwärts konvex vorgewulstete Abteilungen zerlegt, die Siebbeinmuscheln, Conchae ethmoidales heißen (Fig. 50 *11*, *10*, *9*). Typisch sind beim Menschen (80 Proz. aller Fälle, Zuckerkandl) zwei Einschnitte, ein längerer unterer und ein kürzerer oberer, und dementsprechend drei Siebbeinmuscheln angelegt, von denen die unterste, die größte und längste, sich über die Länge der Fissur hinaus vorwärts entlang dem ganzen unteren Rande der Siebbeinzellen ausdehnt (Concha ethmoidalis inferior), während die mittlere (Concha ethmoidalis media) oberhalb des unteren Einschnittes auf die hintere Hälfte, die obere (Concha ethmoidalis superior) auf das hintere obere Drittel der medialen Fläche des Siebbeinlabyrinths beschränkt ist. Ist die typische Anlage bleibend zu voller Ausbildung gekommen, was bei geräumiger, hoher Nasenhöhle meist der Fall ist, so ist die obere Siebbeinmuschel kleiner und in sagittaler Richtung kürzer als die mittlere. Anderenfalls zeigt die mittlere am häufigsten Tendenz zur Rückbildung und bleibt so rudimentär und klein, daß sie zwischen den Vorwölbungen der oberen und unteren Siebbeinmuscheln in der Tiefe ganz versteckt liegt. Zugleich ist dann die obere Siebbein-Muschel gewöhnlich kompensatorisch größer. In diesem Fall, der einen beim Menschen sehr häufig vorkommenden sekundären Typus darstellt, liegen in der Ansicht der medialen Seite des Siebbeinlabyrinths bloß zwei Muscheln, die obere und untere, und zwischen ihnen bloß ein Einschnitt frei vor (Fig. 51 *31*).

Zuckerkandl kommt nach seinen Beobachtungen an ziemlich vielen Siebbeinen von Kindern und Erwachsenen zu dem Resultat, daß in maximo vier Siebbeinmuscheln, durch drei Siebbeinspalten getrennt, beim Menschen auftreten können, während drei, eine untere, mittlere und obere in 80 Proz. aller Fälle angelegt und deswegen als typisch für den Menschen anzusehen sind. Wo eine vierte, oberste Muschel auftritt, entsteht sie durch

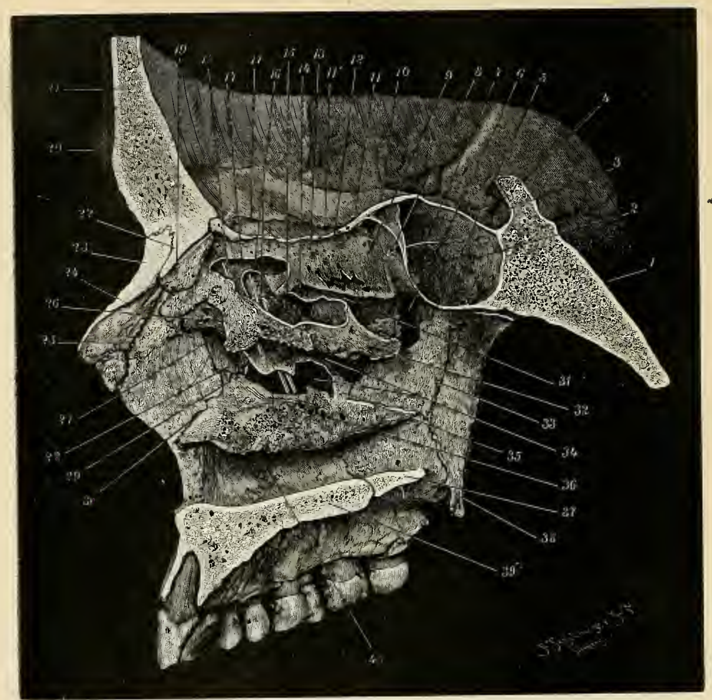


Fig. 51. Sagittalschnitt des Schädels dicht neben der Medianlinie. Vordere Hälfte mit Ansicht der lateralen Wand der Nasenhöhle. Stirnhöhlen unentwickelt. *1* Clivus. *2* Sinus sphenoidalis. *3* Sella turcica. (Fossa hypophyseos). *4* Dorsum sellae. *5* Processus sphenoidalis des Gaumenbeins. *6* Foramen nasale (sphenopalatinum). *7* Processus ethmoidalis des Gaumenbeins. *8* Sonde in der Oeffnung der Keilbeinhöhle. *9* obere Siebbeinmuschel. *10* Jugum sphenoidale. *11*, rechts, Foramen ethmoidale posterius. *11'*, links, Foramen ethmoidale anterius; *11'* accessorisches, mittleres Foramen ethmoidale (in der Naht zwischen Pars orbitalis des Stirnbeins und Siebbeinlabyrinth an der Innenfläche der Schädelhöhle. *12* Durchschnitt der Lamina cribrosa. Unter dieser, *13*, Gegend der Furchen für die Aeste des Riechnerven. *14* vorderes Ende der oberen Siebbeinspalte. *15* Bulla ethmoidalis; *16* Zugang zu den Cellulae lacrymales und frontales lateral vom Processus uncinatus. *17* Umriß des in die mediale Wand der unteren Siebbeinmuschel gemachten Fensterausschnitts durch diesen wird *15* und *16*, sowie, *18*, Zugang der Cellulae frontales medial vom Processus uncinatus sichtbar. *19* hintere Fläche des Processus nasalis des Stirnbeins, der obersten Partie der Nasenhöhle zugekehrt; das Loch mit der Sonde gestattet dem Nervus ethmoidalis Zutritt zur Hinterfläche des Nasenbeins. *20* Arcus superciliaris. *21* Schnittfläche des Stirnbeins, an Stelle der Stirnhöhlen findet sich spongiöser Knochen. *22* Schnittfläche des Processus nasalis ossis frontis. *23* Schnittfläche des Nasenbeins. *24* hintere Fläche des Nasenbeins mit Furche für den Nervus ethmoidalis. *25* Naht zwischen Nasenbein und Stirnfortsatz des Oberkiefers. *26* Agger nasi. *27* unterer Fortsatz des Thränenbeins. *28* Processus uncinatus. *29* Processus lacrymalis der unteren Nasenmuschel. *30* Verbindungslinie der unteren Nasenmuschel mit der Crista turbinalis des Oberkiefers.

31 [untere] Siebbeinspalte (= oberer Nasengang der Autoren). *32* untere Siebbeinmuschel (= mittlere Nasenmuschel). *33* Naht zwischen Lamina perpendicularis des Gaumenbeins und medialer Lamelle des Processus pterygoideus. *34* Einblick in den Hiatus maxillaris. *35* Processus ethmoidalis der unteren Nasenmuschel. *36* [untere] Nasenmuschel. *37* Schnittfläche der Lamina horizontalis des Gaumenbeins. *38* Hamulus pterygoideus. *39* Schnittfläche des Gaumenfortsatzes des Oberkiefers. *40* Unterer Nasengang, speciell die Stelle, wo der Thränenkanal mündet.

Scheidung der oberen in zwei Abteilungen durch eine dritte (oberste) Siebbeinspalte.

Von den typischen drei Muscheln bildet sich zurück, wie erwähnt, am häufigsten die mittlere, seltener die obere. Das Rudiment der mittleren sitzt dem Ursprung der oberen an. Sind im Specialfall bloß zwei Muscheln beim Erwachsenen gut entwickelt, so entspricht gewöhnlich die dazwischen liegende Spalte der Fissura ethmoidalis inferior. (ZUCKERKANDL, Anat. Anz. 1892, S. 16—25; dort auch die Litteratur.)

Der Ausdruck Siebbeinmuschel wird in der neuen anatomischen Nomenklatur aufgegeben. Für die untere Siebbeinmuschel ist der Name: Mittlere Nasenmuschel, Concha media, für die darüber gelegene der Name obere (ev. oberste) Nasenmuschel, Concha superior (ev. suprema) beibehalten.

Aufwärts und vorn von den Einschnitten gehen die medialen Oberflächen der Muscheln auf den schon erwähnten flacher und ununterbrochen verlaufenden Teil der medialen Bedeckung der Siebbeinzellen über, der oben mit der Lamina cribrosa zusammentrifft. Der vordere Rand dieser Fläche ist zugleich der Vorderrand des Siebbeinlabyrinths. Entlang seiner lateralen Seite findet sich unmittelbar vor den Cellulae lacrymales eine schmale Rauhigkeit, die sich mit dem Processus frontalis des Oberkiefers (entlang dessen Crista ethmoidalis) verbindet (Fig. 50 *17*).

Verhältnisse im Innern des Siebbeinlabyrinths. Verbindungen der Zellen des Siebbeinlabyrinths mit der Nasenhöhle.

Vom Vorderrande des Siebbeinlabyrinths entspringt meistens ein kontinuierliches Knochenblatt, welches die (medial vom Thränenbein gelegenen) Cellulae lacrymales des Siebbeins in sagittaler Richtung unvollkommen in eine mediale und laterale Abteilung scheidet. Aus dem hinteren unteren Umfang dieses Blattes oder, wenn es nicht charakteristisch ausgebildet ist, aus den unteren Rändern der Zwischenwände der genannten Zellen entsteht ein konstanter, bei guter Ausbildung säbelförmig gekrümmter, rück-abwärts gerichteter Fortsatz, der Siebbeinhaken, Processus uncinatus (Fig. 48 *12*). Die ihm benachbarten Zwischenwände der Siebbeinzellen begrenzen hauptsächlich senkrechte Spalträume, deren vordere die Verbindung der Stirnhöhlen und Stirnbeinzellen mit der Nasenhöhle herstellen. Ihre unteren Mündungen liegen zu beiden Seiten vom Anfangsstück des Processus uncinatus, bedeckt vom Vorderende der unteren Siebbeinmuschel. (Weitere Beziehungen des Processus uncinatus siehe Nasenhöhle.)

Jede Siebbeinmuschel geht in letzter Instanz aus dem obersten Teil der Wände einer Gruppe von Siebbeinzellen, durch Vermittelung dieser also indirekt auch aus der Lamina papyracea, als kontinuierliches, transversal gestelltes Knochenblatt hervor, biegt mit medial gerichteter Konvexität abwärts und endet mit freiem, lateralwärts um-



Fig. 52. Laterale Wand der linken Nasenhöhle nach Fortnahme der drei ausgebildeten Siebbeinmuscheln, von der medialen Seite gesehen. *1* Pars basilaris des Occipitale. *2* Sinus sphenoidalis. *3* Ursprungslamelle der hintersten (obersten) Muschel. *4* hinterste Siebbeinzellen (Cell. sphenoidales oss. ethmoidalis). *5* Ursprungslamelle der obersten Nasenmuschel. *6* Schnittfläche des Stirnbeins. *7* Rudiment der mittleren Siebbeinmuschel, rechts daneben der Eingang des von ihm überwölbten Raumes, der sich in, *8*, die untere Siebbeinspalte öffnet. *9* Ursprungslamelle der unteren Siebbeinmuschel (mittlere Nasenmuschel der Autoren); vorn davon, *10*, Raum vorn von derselben, der (bis zu *18* hin) von der unteren Siebbeinmuschel gedeckt wird, abwärts in die Bulla ethmoidalis, *11*, hineinführt. *12* Siebbeinzelle. *13*, *13'* Verbindungen der Stirnhöhle mit der Nasenhöhle, lateral vom Processus uncinatus. *14* Pfeil (Verbindung) von Stirn- und Nasenhöhle, medial vom Processus uncinatus. *15* Stirnhöhle. *16* deren Wände (Stirnbein im Durchschnitt). *17* Processus nasalis des Oberkiefers. *18* Platte durchschnitten, welche die Spitze der Siebbeinmuschel hier mit dem Processus uncinatus verbindet. *19* Processus uncinatus. *20* Superficies nasalis des Oberkiefers. *21* Schnittfläche des Nasenbeins. *22* Hiatus semilunaris zwischen Bulla ethmoidalis und Processus uncinatus; in der Tiefe flaches Balkennetz des Siebbeins (Cellul. lacrymales), durch welches das Thränenbein durchschimmert; *22'* Thränenbein (mediale Wand des Thränenkanals). *23* Crista turbinalis des Processus nasalis des Oberkiefers. *24* Thränenkanal (der durch den Processus lacrymalis der unteren Muschel gebildete unterste mediale Wandteil ist mit der letzteren zugleich entfernt). *25* Hiatus maxillaris. *26* Crista turbinalis des Gaumenbeins. *27* Foramen spheno palatinum (nasale). *28* Cellula palatina (Processus orbitalis des Gaumenbeins). *29* Hinterrand der medialen Lamelle des Processus pterygoideus. *30* dessen Processus tubarius. *31* Hamulus pterygoideus. *32* Processus palatinus des Gaumenbeins. *33* Processus palatinus des Oberkiefers.

gerolltem Rande, der bei der oberen und einer gut entwickelten mittleren Muschel als obere Grenzen der beiden Siebbeinspalten in der Ansicht von der medialen Seite her wahrgenommen wird. Die vorderen Wände einer Gruppe Siebbeinzellen, die dorsal aufwärts durch das Ursprungsblatt derselben Muschel abgeschlossen sind, haben abwärts gerichtete Oeffnungen, durch welche alle zu der betreffenden Gruppe gehörigen Siebbeinzellen an der konkaven Seite der sie deckenden Muschel, resp. nach dem von ihrem umgerollten Rande überwölbten Raum und durch Vermittelung dessen nach der Nasenhöhle zu offen stehen. Im allgemeinen folgt die durch den Muschelursprung gegebene Scheidung der Siebbeinzellen-Linien, die schräg von vorn oben zwischen Cellulae frontales beginnen und in abwärts konvexem Bogen ungefähr parallel den Siebbeineinschnitten rückwärts laufen (Fig. 52). Die hintersten Cellulae frontales, die Cellula palatina, die Cellulae sphenoidales, münden unter der oberen Siebbeinmuschel. Die übrigen Cellulae frontales, mit Ausnahme der vordersten, soweit als lateralwärts die Lamina papyracea sie abschließt, sowie die vorderen Cellulae maxillares münden unter der mittleren Siebbeinmuschel oder deren Rudimente. Unter die untere Siebbeinmuschel öffnen sich zu beiden Seiten des Processus uncinatus (Fig. 52 *13*, *19*) die medial vom Thränenbein gelegenen bereits erwähnten Siebbeinzellen und durch deren Vermittlung die Stirnhöhle; außerdem die vorderste der von der Lamina papyracea seitlich abgeschlossenen Zellen. Die Oeffnung der letzteren liegt verschieden viel höher als die tiefste Stelle ihrer Höhle, so daß diese Zelle unten mit einer Art Blindsack endigt, der oberhalb des Processus uncinatus wie eine abwärts vorspringende Knochenblase, Bulla ethmoidalis (ZUCKERKANDL) von sehr wechselnder Größe erscheint (Fig. 52 *11*)*).

Bei starker Auftreibung wölbt sie sich in die Konkavität der unteren Muschel und gegen den Processus uncinatus vor und ist von praktischer Bedeutung, insofern sie die Aufhebung der Verbindung der lateral vom Processus uncinatus mündenden Siebbeinzellen mit der Nasenhöhle begünstigen kann.

Unter den besonderen Formverhältnissen der unteren Siebbeinmuschel sind, abgesehen von den regellos auftretenden vielfach pathologischen Varianten, folgende hervorzuheben: Die Länge der Muschel übertrifft die größte Länge des Siebbeinlabyrinths. Sie erreicht mit ihrer vorderen Spitze die Crista turbinalis des Oberkiefers, mit ihrer hinteren die des Gaumenbeins (Fig. 51, 50).

Der zwischen diesen Endpunkten verlaufende freie, in den hinteren zwei Dritteln lateralwärts eingerollte Rand läuft entweder in gleichmäßig abwärts konvexem Bogen, oder in zwei Abteilungen geknickt, wenn der vorderste, der Einrollung entbehrende Teil des Randes eine Strecke weit senkrecht oder vor-abwärts gerichtet ist und dann erst in manchmal sogar spitzem Winkel in den abwärts konvexen übrigen Teil des Randes übergeht (Fig. 50, 51).

Der vorderste Teil der unteren Siebbeinmuschel (Fig. 50 *11*) geht aufwärts in die mediale Bedeckung der vorderen Siebbeinzellen über. Die eigentliche Ursprungslamelle (Fig. 52 *9*), welche diese

*) Die Priorität der Beschreibung der Bulla ethmoidalis nimmt ZOJA (Rendiconti del R. Istituto Lombardo S. II Vol. XXI Fasc. 2) für sich in Anspruch. Er nannte sie 1870: Promontorio del meato della fossa nasale.

Zellen von den unter der mittleren Siebbeinmuschel mündenden trennt, geht in die hintere Wand der Bulla ethmoidalis und abwärts davon schließlich in den unteren Rand der Lamina papyraceae über. Hierbei bildet sie in jugendlichen Knochen den unteren Abschluß, gleichsam den Boden der hinteren Siebbeinzellen, dessen untere Seite sich auf den Oberkiefer und das Gaumenbein auflegt. Später wird er von den Cellulae maxillares und palatina (Fig. 48 *8*, *9*) durchbrochen.

Die Oberfläche der konvexen Seite der Muschel ist löcherig, rauh, mit kleinen Leistchen und Bälkchen besetzt, mit scharfen Längskanten, auch Furchen versehen, die mitunter zu Längsspalten vertieft getroffen werden; diese Beschaffenheit findet ihre Erklärung durch den blätterigen Bau der Muschel.

Eine Reduktion der Siebbeinspalten kann durch Verschmelzung der Ursprungslamellen benachbarter Muscheln eintreten; andererseits kommt es vor, daß durch Lückenbildung in einer Ursprungslamelle die beiderseits davon gelegenen Siebbeinzellen miteinander in Verbindung stehen.

Der Processus uncinatus. Ueber seinen Ursprung wurde das Nötige bemerkt. Der Fortsatz selbst ist gewöhnlich eine sehr dünne, schmale, senkrecht gestellte, auf die Kante abwärts konvex gebogene Knochenplatte (Fig. 52 *19*), welche den von der vorderen Muschel überwölbten Raum in seiner vorderen Hälfte der Länge nach in eine mediale und laterale Abteilung teilt. Beide Abteilungen nehmen die unteren Mündungen von Siebbeinzellen auf, die oben mit den Stirnhöhlen in Verbindung stehen. In der lateralen Abteilung münden außerdem noch die Cellulae lacrymales und die Bulla sphenoidalis (Fig. 52 *10—15*). Das hintere Ende des Processus uncinatus ist in zwei Fortsätze gespalten (Fig. 93, *25*), deren einer aufwärts (gegen den medialen Rand der Cellulae maxillares), der andere abwärts gerichtet ist. Letzterer verbindet sich mit einem Fortsatz (Proc. ethmoidalis) der unteren Nasenmuschel (s. Fig. 50 unterhalb *21*). Derselbe überragt die untere Grenze des Siebbeinlabyrinths und der unteren Siebbeinmuschel in der Regel nach unten (Fig. 48 *12*). Hinter dem hinteren Ende des Processus uncinatus liegen zuweilen noch Netze von zarten Knochenbälkchen, die nur durch die Schleimhant in situ gehalten werden, daher am macerierten Knochen fast ganz wegfallen (Zuckerkandl, Anatomie der Nasenhöhle, 1882).

Das vorderste Ende des Randes der unteren Muschel und des Processus uncinatus stoßen in der Regel spitzwinklig aneinander (Fig. 52 *18*, *19*). Zuweilen ragt der betreffende Teil des Processus uncinatus abwärts vom Muschelrande vor und zeigt Rauhigkeiten der Oberfläche wie eine Nasenmuschel (Fig. 51 *26*). In diesem Fall erscheint sie am unzerlegten Schädel unter der Crista turbinalis des Proc. nasalis des Oberkiefers als Wulst (Stelle des Agger nasi, Fig. 51 *26*).

Im Anschluß an Studien von Schwalbe und Zuckerkandl führte Seydel den Nachweis, daß dieser der beim Menschen rudimentär gewordenen vorderen Siebbeinmuschel der Quadrupeden d. i. dem Nasoturbinale entspricht, von dem der Processus uncinatus ein Fortsatz ist. Die auf- resp. rückwärts davon aufeinander folgenden vier Riechwülste der Quadrupeden erscheinen dann der unteren, mittleren, oberen und obersten Siebbeinmuschel des Menschen homolog. (Seydel, Ueber die Nasenhöhle der höheren Säugetiere und des Menschen, Dissertation Heidelberg und Morpholog. Jahrbuch XVII, 1891.)

Die Bulla ethmoidalis entspricht der einzigen beim Menschen vorhandenen und rudimentären Nebenmuschel der Quadrupeden.

Nicht selten sind die Conchae sphenoidales statt mit dem Keilbein mit dem hinteren Ende der Siebbeinlabyrinthe verwachsen und stellen jederseits einen hinteren spitzen Anhang desselben dar, dessen Höhle vorn in die Nasenhöhle mündet (Fig. 47 *12*). Lateral vom Bereich der eigentlichen Concha sphenoidalis findet sich dann die eigentliche Cella sphenoidalis (*10*), von der Höhle der ersteren (Sinus sphenoidalis, *13*) durch ein manchmal unvollkommenes Septum abgegrenzt. Sie kann im übrigen für sich abgeschlossen sein oder mit der Cellula palatina und den hinteren Cellulae maxillares in offener Verbindung stehen.

Oberhalb der Oeffnungen sind die Siebbeinzellen dann durch eine Platte abgeschlossen, die in einer horizontalen Kante mit der oberen Seite der Lamina cribrosa und der Siebbeinlabyrinthe zusammenstößt und mit dem Vorderrande des Jugum sphenoidale oder eingeschobenen Fortsätzen des Stirnbeins (Proc. antisfenoidei S. 124) verbunden ist (Fig. 46 *8*).

Untere Nasenmuschel, Concha inferior, Os turbinale, (Maxillo-turbinale).

Englisch: Inferior turbinate bone. Französisch: Cornet inférieur. Italienisch: Turbinato inferiore.

ist eine vorn und hinten spindelförmig zugespitzte, einseitig eingerollte Knochenplatte mit zwei Rändern, einer konvexen und einer konkaven Fläche. Ihre Größe ist individuell nicht nur in Anpassung an die Größe der übrigen Skeletteile der Nasenhöhle, sondern auch unabhängig von diesen höchst schwankend.

Von den Rändern dient der eine in ganzer Länge zur Anheftung der Muschel, der andere ist in ganzer Länge frei, abwärts gerichtet, lateralwärts verschieden stark umgerollt. Die Beschaffenheit der Muscheloberflächen zunächst dem Anheftungsrande ist im ganzen eben und erscheint ähnlich derjenigen der anschließenden Nachbarknochen. Die dem freien Muschelrande näher gelegenen Flächenteile zeigen dagegen höchst charakteristische Reliefbildungen, Netze von Knochenleistchen und Kanten, dazwischen oder darunter grubige Vertiefungen mit siebartig fein durchlöchertem oder durch größere Höhlenbildung unterminiertem oder auch durchbrochenem Boden. An der Grenze verschieden beschaffener Abteilungen der Fläche findet sich eine schärfere Knickung in der Einrollungsbiegung der Muschel derart, daß die dem Anheftungsrande zunächst liegende Partie der Platte mehr horizontal, die dem freien Rande zugekehrte mehr in senkrechter Ebene gelegen ist. Sehr gewöhnlich beginnt an der konvexen Seite der Muschel die rauhe Abteilung der Oberfläche mit einem sagittalverlaufenden, an seiner medialen Seite von einer Furche, Loch oder einem Kanal unterhöhlten Kamm, der wie eine oberste Kante der konvexen Muschelfläche vorspringt (Fig. 51 *36*, 53 a). Die Reliefbildungen fehlen nie, können aber gleichsam wie durch Abnutzung unscharf oder, mit blasigen Auftreibungen des Knochens kombiniert, unter dem Einfluß pathologischer Verhältnisse mannigfach gestaltet werden. Der Anheftungsrand der Muschel läßt drei Hauptabteilungen

erkennen, von denen die vordere und hintere, beide ziemlich geradlinig verlaufend, mit dem freien Rande in spitzen Winkeln zusammenstoßen. Der Winkel beträgt vorn etwa 45°, hinten stets nur etwa die Hälfte dieses Bogenwertes. Von der mittleren Partie des Randes gehen hintereinander drei Knochenplättchen aus, von denen zwei, ein vorderes, quer abgestutztes, Processus lacrymalis (Fig. 53 A *2*), und ein hinteres, Processus ethmoidalis (Fig. 53 A *1*), aufwärts gerichtet sind. Der dritte Fortsatz, Processus maxillaris, entspringt breit an der ganzen hinter dem Processus lacrymalis übrig bleibenden Strecke der mittleren Randpartie (Fig. 53 B *2*) und hängt von hier gegenüber der konkaven Seite der Muschel als ein dünnes, halbmondförmig berandetes Knochenblatt hinab.

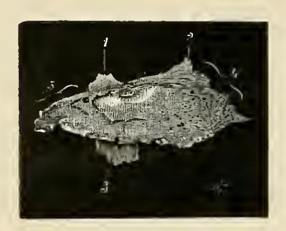


Fig. 53 a.



Fig. 53 b.

Fig. 53 a. Untere Nasenmuschel, von der medialen Seite. *1* Processus ethmoidalis. *2* Processus lacrymalis. *3* unteres Ende des hier sehr langen Processus maxillaris. *4* Rand, der mit der Crista turbinalis des Oberkiefers verbunden ist. *5* Rand zur Verbindung mit der Crista turbinalis des Gaumenbeins.

Fig. 53 b. Untere Nasenmuschel, von der lateralen Seite gesehen. *1* Hohlfläche der Muschel. *2* Processus maxillaris. *3* Randteil, der sich mit der Crista turbinalis des Gaumenbeins verbindet. *4* Processus ethmoidalis (zur Verbindung mit dem Processus uncinatus des Siebbeins). *5* Processus lacrymalis. *6* Raudteil, der mit der Crista turbinalis des Oberkiefers verbunden ist.

Der Processus lacrymalis schiebt sich zwischen Lunula lacrymalis und Margo lacrymalis des Oberkiefers gegen den unteren Rand des Thränenbeines (Fig. 50 *20*, 51 *29*) und bildet die mediale, unterste Abteilung der medialen Wand des knöchernen Thränennasenganges, dessen Mündung an der konkaven Seite der unteren Muschel gelegen ist. Der Processus maxillaris stützt sich von oben auf die unteren Ränder des Einganges zur Kieferhöhle, die vom Oberkiefer und Gaumenbein gebildet sind, und wird dadurch zu einem medialen Wandteil der Kieferhöhle. Der Processus ethmoidalis entspringt gewöhnlich oberhalb der hinteren Hälfte des Processus maxillaris und ist bestimmt, mit dem Processus uncinatus eine Verbindung einzugehen (Fig. 51 *35*). Wie der letztere wird er bald länger, bald kürzer, am Rande der Muschel vorwärts oder rückwärts verschoben, als einheitliches Knochenblättchen oder in mehrere Knochenbälkchen zerteilt, oft unscheinbar gefunden. Der zwischen Processus uncinatus und oberem Rande der unteren Muschel gelegene Spaltraum ist durch die Nasenschleimhaut überbrückt. Dadurch werden die am Knochen fehlenden medialen Wandteile des Hiatus maxillaris bis zum oberen Rande des Processus uncinatus kontinuierlich ergänzt.

Die untere Muschel gehört entwickelungsgeschichtlich zum Siebbein, ist wie dieses knorpelig präformiert; später wird dieselbe vom Siebbein abgetrennt, indem der zwischen beiden gelegene, die Kieferhöhle auskleidende Knorpel vergeht.

Verknöcherung der Siebbeingruppe.

In den Seitenteilen und der medianen Platte des Siebbeins schreitet die Knochenbildung weit vor, ehe sich eine Spur derselben in der Lamina cribrosa zeigt. Zur Zeit der Geburt sind die Seitenteile schon fast ganz knöchern (Fig. 54 a, b), die Lamina perpendi-

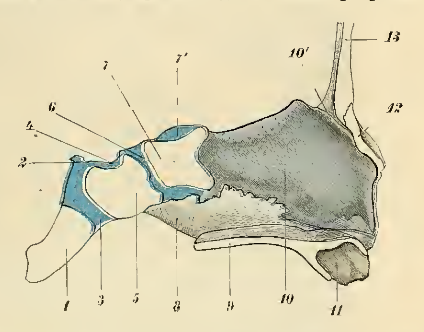


Fig. 54 a. Sagittaler Schnitt neben der Medianlinie und der knorpeligen Nasenscheidewand des Neugeborenen. Natürliche Größe. Schnittflächen hell, Knorpelteile blau. *1* Basioccipitale. *2* knorpeliges Dorsum sellae. *3* Synchondrosis spheno-occipitalis. *4* Fossa hypophyseos (mit Knorpelbelag). *5* Basisphenoid. *6* Synchondrose zwischen *5* und *7*, Präsphenoid. *7'* Verwachsung der kleinen Keilbeinflügel zur Bildung des Jugum sphenoidale. *8* Vomer. *9* knöcherner Gaumen. *10* Lamina perpendicularis aufwärts als Crista galli endend, hinten vom Vomer umfaßt. *10'* seitlich umgebogene Partie des Knorpels (Anlage der Proc. alares und der vergänglichen Knorpelplatten des Nasenrückens. *11* Alveole für Zahnkeime. *12* Durchschnitt des Nasenbeins. *13* Durchschnitt des Stirnbeins.

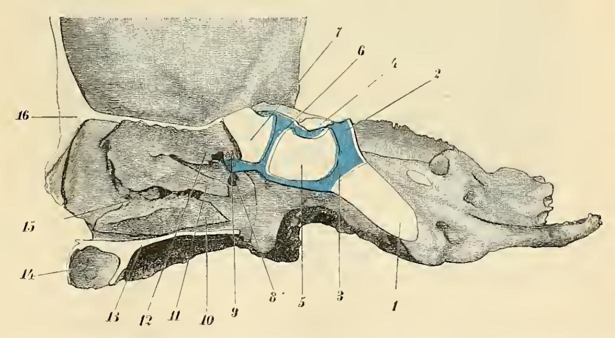


Fig. 54 b. Sagittalschnitt der Schädelbasis mit Freilegung der lateralen Wand der Nasenhöhle des Neugebornen. Schnittfläche hell; Knorpel der Schädelbasis blau. *1—7* wie in Fig 106 a; Foramen nasale (sphenopalatinum). *9* Concha sphenoidalis (Durchschnitt). *10* Nasenmuschel (Os turbinale). *11* untere Siebbeinmuschel. *12* obere Siebbeinmuschel. *13* knöcherner Gaumen. *14* Schneidezahnalveole. *15* Processus uncinatus. *16* Schnittfläche der Wand des Nasenrückens.

cularis noch fast in allen Teilen knorpelig. Gegen Ende des 1. Lebensjahres verknöchert sie langsam von ihren oberen Teilen aus. In den folgenden Jahren bilden sich Knochenbrücken, zuerst vom hinteren Teil des medialen oberen Randes der Seitenteile später in dessen ganzer Länge, welche mit der Lamina perpendicularis verwachsen und die knöcherne Lamina cribrosa darstellen, so daß die drei anfangs getrennten Teile des Siebbeins erst etwa im 6. Lebensjahr zu einem zusammenhängenden Knochenkomplex vereint sind. Die Formverhältnisse des Siebbeinlabyrinths aus dem 2. Lebensjahr sind aus Fig. 56 ersichtlich.

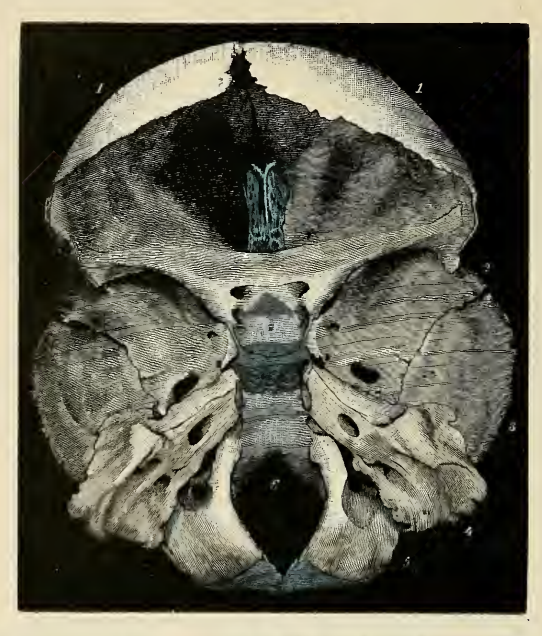


Fig. 55. Cerebrale Seite der Schädelbasis des Neugeborenen. Spirituspräparat. Die Schuppe des Hinterhauptbeins ist entfernt. Knorpelige Teile blau, wo sie in dünner Schicht den Knochen überziehen, heller. *1* rechte und linke Stirnbeinhälfte in der Medianlinie, oben durch eine Spalte, unten durch die knorpelige Lamina cribrosa des Siebbeins getrennt. Die Verbindung mit dem Jugum sphenoidale resp. mit den kleinen Keilbeinflügeln durch sehr fest haftendes Bindegewebe der harten Hirnhaut verdeckt und verstärkt, welches bis zu den Processus clinoidei anteriores reicht. Letztere sind durch Knorpelspangen mit dem noch ganz knorpeligen Dorsum sellae, sowie mit der Stelle der Processus clinoidei medii verbunden. Eine weitere Knorpelspange verbindet quer über den Sulcus petrosus inferior hin das Petrosum mit der Pars basilaris oss. occipitis. *2* Stelle der Verbindung des Scheitelbeins mit der Spitze des großen Keilbeinflügels. *3* Squama temporalis. *4* Petrosum. *5* Pars lateralis ossis occipitis; dahinter Knorpelplatten zur Verbindung mit dem Schuppenteil. *6* Foramen occipitale magnum.



Fig. 56 a.



Fig. 56 c.



Fig. 56 b.

Fig 56. Rechtes Siebbeinlabyrinth, einjähriges Kind (etwa 2mal vergrößert). a von oben, b von der medialen, c von der lateralen Seite. *1* Lamina papyracea. *2* Lamina cribrosa. *3* Cellulae frontales mit Septen. *4* Cellulae lacrymales. *5* medialer Rand einer Hälfte der Lamina cribrosa (vor ihrer Verwachsung mit dem Nasenseptum). *6* löcheriger Bezirk der medialen Decke der Siebbeinzellen für die Ausbreitung der Riechnerven. *7* untere, *8* obere Siebbeinspalte. *9*, *10*, *11* obere, mittlere, untere Siebbeinmuschel. *12*. Processus nucinatus

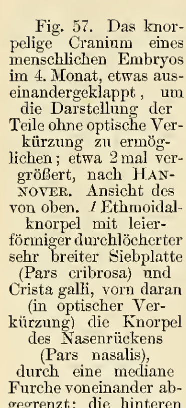
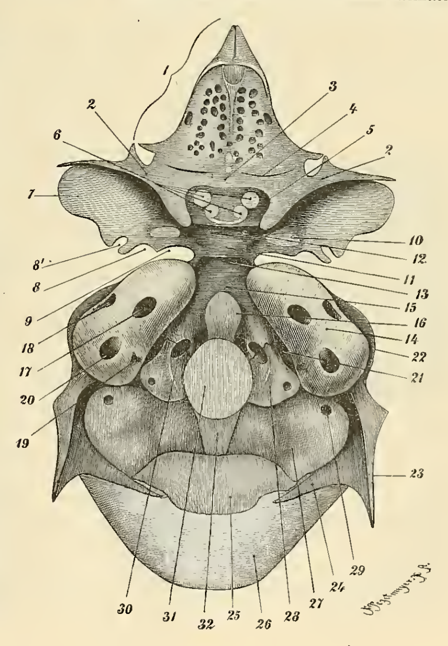


Fig. 57. Das knorpelige Cranium eines menschlichen Embryos im 4. Monat, etwas auseinandergeklappt, um die Darstellung der Teile ohne optische Verkürzung zu ermöglichen; etwa 2 mal vergrößert, nach Hannover. Ansicht des von oben. *1* Ethmoidalknorpel mit leierförmiger durchlöcherter sehr breiter Siebplatte (Pars cribrosa) und Crista galli, vorn daran (in optischer Verkürzung) die Knorpel des Nasenrückens (Pars nasalis), durch eine mediane Furche voneinander abgegrenzt; die hinteren seitlichen Ecken vergehen später, finden sich in wechselnder Verbindung mit den kleinen Keibeinflügeln. Hinter dem Ethmoidalknorpel des Sphenoidale anterius, *2*, Orbitosphenoid, im Jugum sphenoidale, *3*, mit dem der anderen Seite verwachsen, jederseits von der Mittellinie durch



eine Spalte, zum Foram. ethmoid. post., *4*, von der Lamina cribrosa getrennt. Bei *5* Foramen opticum (nicht sichtbar). Medial hiervon, *6*, Kalkpunkte im Präsphenoidknorpel. *7* Verknöcherndes Alisphenoid. Einschnitte seines hinteren Randes bilden die Anlagen des Foramen ovale, *8*, und des Foramen spinosum *8'*. *9* Anlage des Canalis caroticus. *10* Verknöcherungscentrum für den Processus alaris des hinteren Keilbeinkörpers. *11* dessen obere Seite zur Hypophysengrube ausgebildet, vorn in ihrer Tiefe, *12*, zwei Knochenpunkte. *13* Dorsum sellae. *14* knorpelige Labyrinthkapsel, die vorn mit, *15*, der Pars basilaris occipitis (Basioccipitale) verbunden ist; in letzterer, *16*, ein Knochenpunkt. *17* Porus acusticus internus. *18* Hiatus spurius canalis facialis. *19* Aquaeductus vestibuli (links). *20* Fossa subarcuata. *21* Foramen jugulare. *22* ein platter Knorpelsaum von der lateralen Seite der Labyrinthkapsel ausgehend, die erste Anlage des Tegmen tympani. Hinten dehnt er sich weiter aus in, *23*, den Processus petrosoparietalis, der an der Innenseite des Hinterrandes des Parietale eine Strecke weit aufsteigt und in, *24*, Processus petrosooccipitalis, der sich innen zwischen, *25*, Knochenpunkt des Occipitale superius (Unterschuppe) und den nicht knorpelig präformierten Interparietalknochen, *26*, einschiebt. Beide Fortsätze vergehen später ganz. *27* knorpelige Pars occipitomastoidea, auf deren Kosten sich hinten der Knochenpunkt der Unterschuppe (*25*), vorn der der Pars lateralis (Exoccipitale), *28*, lateral die Pars mastoidea des Schläfebeins entwickelt. *29* Foramen mastoideum. *30* Canalis hypoglossi. *31* Foramen occipitale. *32* Bandmasse.

Im einzelnen ist noch folgendes zu bemerken: Die knorpelige Pars cribrosa ist relativ viel breiter ausgedehnt als die spätere knöcherne, schwindet also später teilweise, ebenso wie der obere Teil der knorpeligen Pars nasalis und die knorpelige Lamina papyracea (Fig. 55 u. 57). Im 2. Fötalmonat ist sie noch sehr dünn, manchmal unvollständig, wird aber bald breit, von leierförmigem Umriß mit schmälerem vorderen abgerundeten Ende, schließt hinten in ganzer Länge an die untere Seite des Vorderrandes der kleinen Keilbeinflügel an (Fig. 57) und deckt mit ihren seitlichen Partien die dem Schädelinnern zugewandte Seite der Partes orbitales des Stirnbeins. Diese Teile vergehen später, und es persistiert bloß der über der Incisura ethmoidalis des Stirnbeins gelegene Teil, im Anschluß an welchen später die knöcherne Lamina cribrosa sich bildet. Die mittleren Teile der Pars cribrosa, die knorpelige Crista galli, Processus alares und der zwischen diesen befindliche Fonticulus nasofrontalis (ZUCKERKANDL, = Foramen coecum), der zwischen der Anheftung der Knorpelflügel des Nasenrückens als Furche weit hinabläuft und einen Fortsatz der harten Hirnhaut aufnimmt, zeigen ähnliche individuelle Variationen wie beim Erwachsenen.

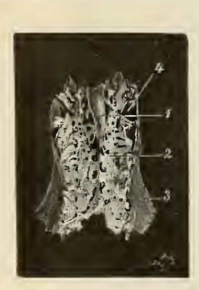


Fig. 58. Siebbein vom 4—5-jährigen Kind, natürl. Größe, von oben. *1* Crista galli. *2* Lamina cribrosa. *3* Lamina papyracea. *4* Cellulae frontales. Die Lamina cribrosa ist erheblich größer als beim Erwachsenen und leierförmig.

V e r k n ö c h e r u n g d e r S i e b b e i n l a b y r i n t h e u n d d e r C o n c h a e. Die knorpelige Anlage der Muscheln ist auf senkrechten Schnitten der Nasenhöhle zwei- bis dreimonatlicher Föten schon sehr deutlich als dünne Knorpelleisten an der Innenseite der seitlichen Knorpelwand der Nasenhöhle, die von ungemein dicker Schleimhaut überzogen sind, und zwar bildet um diese Zeit die Anlage der unteren Nasenmuschel noch einen Bestandteil des Siebbeins. Ihre Verknöcherung beginnt im Knorpel, für die Nasenmuschel (Turbinale) und die untere Siebbeinmuschel im 5., für die obere (und oberste)

Siebbeinmuschel im 7. Monat, um letztere Zeit beginnt auch die Bildung der knöchernen Lamina papyracea. Die Gestalt der Muschel ist von Anfang an in der Hauptsache der definitiven Gestalt ähnlich. Insbesondere finden sich an der Nasenmuschel schon gleich bei ihrer späteren Abtrennung vom übrigen Siebbeinlabyrinth ihre typischen Fortsätze (Processus lacrimalis, ethmoidalis und maxillaris, Fig. 54 *b*).

Litteratur.

Cleland, J., *On the relations of the vomer, ethmoid and intermaxillary bones, Philosophical Transactions* 152. *Bd.* 1862, 289—321.

Gruber, W., *Crista galli des Os ethmoideum mit einer Höhle, Virchow's Archiv* 65. *Bd.* 1875, 11.

Hannover, A., *Primordialbrusken og dens Forbening i det menneskelige Kranium, Det K. D. Videnskabernes Selskabs Skrifter, Kjöbenhavn* 1880, 477.

Hartmann, *Deviationen und Cristae des Septum narium, Verhandl. des* 10. *internat. mediz. Kongresses zu Berlin* 1890, 4. *Bd.* 12. *Abt.* 1892, 17—21.

Derselbe, *Foramen caecum des Schädels, Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft zu Göttingen* 1893, 169.

Killian, J., *Sagittale Spalten der hinteren Enden beider Siebbeinmuscheln, Monatschrift f. Ohrenheilkunde* 24 *Bd.* 1890, 236.

Mauclaire, *Considérations anatomiques et pathologiques sur la cloison des fosses nasales aux différents âges, Bulletin de la Société anatomique de Paris* 1892 *No.* 6, 169—179.

Merlin, *Angeborene Defekte der Wand der Augenhöhle, Berichte des Naturwissensch.-medizin. Vereins zu Innsbruck* 1885.

Meyjes, W., *Posthum., Ein Fall von Zweiteilung im vorderen Teil der mittleren Muschel.*

Schwalbe, G., *Ueber die Nasenmuscheln der Säugetiere und des Menschen, Sitzungsberichte d. Physik.-ökon. Gesellsch. zu Königsberg* 23. *Bd.* 1882.

Schwegel, *Knochenvarietäten, Zeitschr. f. rationelle Medizin* 3. *R.* 5. *Bd.* 1859.

Seydel, O., *Ueber die Nasenhöhle der höheren Tiere u. der Menschen, Morpholog. Jahrbuch* 17. *Bd. und Dissertation Heidelberg*, 1891.

Stieda, *Ueber den Sulcus ethmoidalis der Lamina cribrosa des Siebbeins, m.* 2. *Abb., Anatom. Anzeiger* 1891, 232—237.

Thomson, A., *The orbito-maxillary-frontal suture in man and the apes ect., Journ. of Anat. and Phys. V.* 24, 1890, 349.

Welcker, *Asymmetrien der Nase und des Nasenskeletts, Jubiläumsschr. f. v. Bischoff*, 1882.

Wichert, Paul v, *Ueber den Canalis ethmoidalis, Dissert. Königsberg i. Pr.* 1891, 1 *Taf.*

Zuckerkandl, E., *Die Siebbeinmuscheln des Menschen, Anatom. Anzeiger* 1892, 13—25.

Derselbe, *Die Entwickelung des Siebbeins, Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft, Wien* 1892, 261—264.

Derselbe, *Anatomie der Nasenhöhle, Wien u. Leipzig* 1882, 1892.

Derselbe, *Ueber d. morphologische Bedeutung d. Siebbeinlabyrinths, Wien. med. Wochenschr.* 37. *Jahrg.* 1887 *No.* 39, 40.

Zoja, G., *Una quistione di prioritá circa la bulla ethmoidalis del Zuckerkandl, Rendiconti del R. Istituto Lombordo S. II Vol. XXI Fasc.* 2 (*auch Archives Italiennes de biologie*).

Obere Abteilung des Visceralschädels (Oberkiefergerüst).

Allgemeine Beziehungen des Oberkiefergerüsts.

Zwischen den bisher besprochenen Knochen des Hirnschädels und den darunter angefügten Knochen des Visceralschädels liegt die Zone für die Visceralhöhlen der Sinnesorgane. Die Wände dieser Höhlen werden durch Platten und Fortsätze knorpelig präformierter Knochen des Hirnschädels gebildet (Tegmen und Solum tympani des Petrosum für die Mittelohrhöhle, kleiner und großer Keilbeinflügel für die Augenhöhle, die drei Abteilungen des Siebbeins für die Riechhöhle), an deren Ränder sich rasch wachsende Deckknochen durch Naht oder Synostose anfügen, um die Höhlen zu vertiefen oder von der äußeren Körperoberfläche abzudrängen. Die letztere Rolle spielen für die Mittelohrhöhle die Schläfebeinschuppe und das Paukenbein;

für die Augenhöhle, das Stirnbein und die laterale Abteilung des Oberkiefergerüsts; für die Nasenhöhle die mediale Abteilung des letzteren.

In ihrer ursprünglichen Disposition liegen die Sinnesorgane proximal von dem Bildungsbereich der genannten Deckknochen, welche die Sinneshöhlen zu vervollständigen haben und besitzen weite Verbindungen mit dem obersten (sensoriell-respiratorischen) Abschnitt des Darmkanals. Diese Verbindungen werden verengt durch konvergentes Vorwachsen der peripheren skeletogenen Anlagen, wobei einmal der Darmkanal in den Nahrungsabschnitt und den Abschnitt für die Mündung der Sinneshöhlen (Mundhöhle — Nasenrachenraum) eingeteilt wird, zugleich auch die Mündung der Sinneshöhlen erheblich verengt (aber nie verschlossen) wird. Der Knochenkomplex, welcher diese Abgrenzungen vollzieht, ist der Oberkiefer. Er bildet zusammen mit kleineren Knochen, die als Bindeglieder zwischen ihn und die Knochen des Hirnschädels eingefügt sind, das Oberkiefergerüst im weiteren Sinne. Seine Unterseite bildet die dorsale Wand der Mundhöhle und trägt den dorsalen Rand der Mundspalte, deren ventralen Rand der Unterkiefer trägt (Fig. 59, 60).

Die Zone, innerhalb der sich das Oberkiefergerüst entwickelt,



Fig. 59. Schädel des Neugeborenen von vorn. Spirituspräparat. *1* vordere Medianfontanelle, von ihr ausgehend die Coronalnähte, sowie die Sagittalnaht resp. die mediane Stirnnaht. In der fortlaufenden Richtung der letzteren die medianen Nähte der Gesichtsknochen zwischen den quadratischen Nasenbeinen und den Oberkiefern auf der knorpeligen Nasenkapsel, sowie unter der Mundspalte zwischen beiden Unterkiefern. Zwischen letzteren oberhalb *2* der Schaltknochen der Kinngegend. Oberhalb *3* liegt in senkrechter sagittaler Ebene im Unterkiefer das Foramen mentale; im Oberkiefer das Foramen infraorbitale, unter dem Stirnbein die Incisura supraorbitalis übereinander.



Fig. 60. Schädel des Erwachsenen von vorn und links. *1* Incisura supraorbitalis. *2* linkes Nasenbein. *3* Stirnfortsatz des Oberkiefers. *4* Crista lacrymalis anterior. *5* Crista lacrymalis (posterior) des Thränenbeins. Zwischen *4* und *5* Eingang der Fossa lacrymalis. *6* Foramen ethmoidale anterius. *7* Lamina papyracea des Siebbeins. *8* Foramen ethmoidale posterius. *9* Foramen opticum. *10* Fissura orbitalis superior. *11* Facies orbitalis des großen Keilbeinflügels. *12* Loch für Gefäße (Aeste der Art. mening. media). *13* Processus zygomaticus des Stirnbeins. *14* Linea temporalis. *15* Spitze des großen Keilbeinflügels. *16* Sutura coronalis.

17 Processus zygomaticus des Temporale. *18* Schläfebeinschuppe. *19* Facies orbitalis des Jochbeins. *20* Superficies malaris des Jochbeins. *21* unterer Augenhöhlenrand. *22* Fissura orbitalis inferior. *23* Superfic. orbitalis des Oberkiefers. *24* Foramen infraorbitale. *25* Lamina perpendicularis des Siebbeins. *26* Rand der Apertura pyriformis. *27* untere Nasenmuschel. *28* oberer Rand des Vomer. *29* Spina nasalis anterior. *30* Foramen mentale. *31* Protuberantia mentalis. *32* untere Siebbeinmuschel (= mittlere Nasenmuschel).

ist durch die Richtung des sog. Oberkieferfortsatzes des ersten Kiemenbogens angegeben. Dieser Fortsatz stellt einen lateralen Auswuchs des unterhalb der vorderen Abteilung des Hirnschädels gelegenen Teils des embryonalen Kopfes dar und schiebt sich jederseits medial vorwärts unter dem Raum der Augenhöhle her an die unteren Teile der später knorpeligen Seitenwand der Nasenhöhle, schließlich auch mit einer dünnen Platte zur Scheidung der Mundhöhle von Sinnesrachenraum ventral von diesem durch, bis zur Medianlinie vor, um mit den symmetrischen Bildungen der anderen Seite unterhalb des Nasenseptums zusammenstoßen. Nur ganz vorn bleiben die Oberkieferfortsätze voneinander getrennt dadurch, daß von oben her Teile des sog. Stirnfortsatzes (Fig. 61 *2*) des embryonalen Kopfes, in dessen hinterem Bereich sich vorn der Zwischenkiefer, hinten das Nasenseptum entwickelt, sich zwischen sie einschieben, um dann mit den Oberkieferfortsätzen zur Bildung eines kontinuierlichen oberen Randes der Mundöffnung zu verwachsen (Fig. 61, Fig. 59).

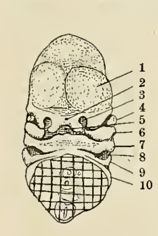


Fig. 61. Gesichtsanlagen und Schlundbogen eines 6-wöchentlichen menschlichen Embryos. *1* Hirn. *2* Stirnfortsatz. *3* Nasenloch in einem Ausschnitt des Stirnfortsatzes. *4* Auge. *5* Mundbucht. *6* Oberkieferfortsatz. *7* Unterkieferbogen. *8* Ohrbucht. *9* zweiter Schlundbogen. *10* dritter Schlundbogen.

Im Bereich dieser Zone differenzieren sich aus dem indifferenten Gewebe ohne knorpelige Vorstufe als Deckknochen die beiden Oberkiefer und eine Anzahl kleinerer Knochen, die sich um denselben gruppieren. Unter diesen entsteht das Jochbein je an seiner lateralen Seite hinten, und vermittelt die unbewegliche Verbindung des Oberkiefers zur lateralen Seite des Hirnschädels (speciell mit dem Schläfe-, Keil- und Stirnbein). An der medialen Seite entsteht jederseits hinten das Flügelbein und das Gaumenbein, welches im wesentlichen die Form des Oberkiefers ergänzt, zugleich aber denselben unbeweglich gegen die Processus pterygoidei des Keilbeins fixieren hilft, vorn zwischen (resp. vor) den Oberkiefern, neben der Medianlinie entstehen, oben die beiden Nasenbeine und unten die beiden Zwischenkiefer. Letztere verlieren ihre Selbständigkeit beim Menschen schon sehr früh, indem sie je mit dem Oberkiefer derselben Seite verwachsen. Ueber die Beziehungen des Oberkiefergerüsts zur Nasenhöhle siehe den Abschnitt über die allgemeine Entwickelung des Nasenskelets S. 283 ff.

1. Oberkiefer, Maxilla.

Engl: Superior maxillary bone (upper jaw). Franz.: Maxillaire supérieure. Italien.: Mascillare superiore.

Der Oberkiefer ist der jederseits größte Knochen des feststehenden Gesichtsschädels und mit sämtlichen Knochen einer Gesiechtshälfte

dem anderen Oberkiefer, dem Keilbein und dem Stirnbein verbunden. Derselbe trägt unten die obere Reihe der Zähne, und beteiligt sich an der Bildung der Augenhöhle, Nasenhöhle, des knöchernen Gaumens, der äußeren Fläche des Gesichtsschädels. Man unterscheidet an ihm einen Hauptteil, Corpus und vier von diesem ausgehende Fortsätze. Von diesen vermittelt der Stirnfortsatz, Processus frontalis [nasalis] (Fig. 62 *16*), die Verbindung des Oberkiefers mit Nasen-, Stirn- und Thränenbein, der Jochfortsatz, Processus zygomaticus (s. jugalis), die zum Jochbein (Fig. 62 *1*, Fig. 63 *6*), der Gaumenfortsatz, Processus palatinus (Fig. 64 *13*), die mit dem Oberkiefer der gegenüberliegenden Seite; der die Zähne tragende Teil des Kiefers heißt Zahnfortsatz, Processus alveolaris).

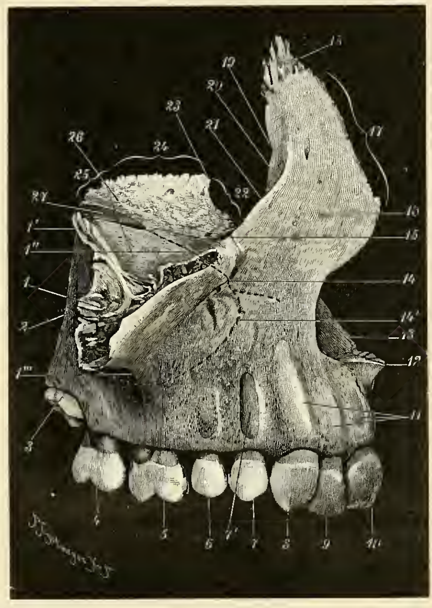


Fig. 62. Rechter Oberkiefer des Erwachsenen von der lateralen Seite. *1* Processus zygomaticus, *1'* dessen Spina zygomatica, *1''* dessen Processus zygomatico-orbitalis. *1'''* stumpfe Kante, die unterhalb vom Processus zygomaticus bis zum Processus alveolaris herabläuft und die Facies facialis (rechts in der Figur) von der Facies infratemporalis (links) trennt. *2* Stelle, wo die Foramina alveolaria posteriora (Gefäß und Nervenlöcher) in den Kiefer eindringen (Tuberositas maxillaris). *3* letzter Backzahn (Weisheitszahn), aus seiner Alveole hervortretend. *4* zweiter, *5* erster Molarzahn. *6*, *7* zweiter, erster Prämolarzahn; *7'* Wurzel des letzteren. *8* Eckzahn. *9*, *10* zweiter, erster Schneidezahn. *11* Vorbuchtung der Alveolen (Juga alveolaria) für die Wurzeln des Eckzahns und der Schneidezähne. *12* Spina nasalis anterior. *13* Semicrista incisiva. *14* Foramen infraorbitale. *15* Sutura infraorbitalis. *16* Processus frontalis des Oberkiefers; *17* dessen mit dem Nasenbein verbundener Rand. *18* rauhe Fläche für die Verbindung mit dem Stirnbein. *19* Margo lacrimalis. *20* Sulcus lacrimalis. *21* Crista lacrimalis (anterior). *22* Margo lacrimalis. *23* Angulus ethmolacrimalis. *24* Margo ethmoidalis. *25* Margo palatinus. *26* Superficies orbitalis. *27* Sulcus infraorbitalis; die in seiner Fortsetzung gelegene punktierte Linie zeigt den Verlauf des Canalis infraorbitalis zum gleichnamigen Loch (*14*), sowie darüber hinaus den Verlauf der Zahnnervenkanäle unter der Oberfläche des Knochens; *14'* Anastomose zu dem Foram. alveol. posteriora.

Sämtliche gehen so unmerklich aus den Oberflächen des Hauptteils hervor, daß äußerlich eine Grenze derselben gegen diesen sich nicht markiert.

Der Körper des ausgewachsenen Oberkiefers bildet vorwiegend dessen hintere zwei Drittel und stellt eine an den meisten Stellen dünnwandige, durch Atrophie im höheren Alter zuweilen sogar stellenweise durchbrochene Knochenkapsel mit einer großen Höhle, Sinus maxillae (s. Highmori) (Fig. 64 *1*), im Innern dar, die durch einen weiten Defekt (Hiatus maxillaris) im oberen Teil ihrer medialen Wand offen steht.

Die Gestalt der Höhle und dementsprechend auch die äußere allgemeine Gestalt des Oberkieferkörpers gleicht einem Tetraeder. Man unterscheidet demgemäß an ihr vier äußere Flächen, die entlang glatteren oder rauheren Kanten zusammenstoßen. Von den Flächen steht die mediale sagittal und senkrecht, der Nasenhöhle und dem Gaumenbeine zugewandt (Fig. 64), während die drei anderen (Fig. 62), nämlich eine obere in der Augenhöhle, Facies orbitalis, eine vordere am Gesicht, Facies facialis, eine hintere in der Unterschläfengegend, Facies infratemporalis [Facies pterygoidea (A. G.)] zu Tage tretende Fläche, die lateralwärts, wie die drei Seiten einer Pyramide, zu einer Spitze konvergent gestellt sind.

Indem aber die lateralsten Enden der Flächen auseinandergebogen sind, fassen sie, anstatt sich in einer Spitze zu treffen, mit ihren hier teilweise zackigen und hoch aufgestellten Rändern ein dreihörniges, unebenes, lateral-aufwärts schauendes Feld (Tuberositas zygomatica) zwischen sich. Der Vorsprung, der es trägt, heißt Jochfortsatz, Processus zygomaticus (Fig. 62 *1*). Das rauhe Feld selbst dient zur Verbindung mit dem Jochbein und kann durch die lateralste Ecke der Kieferhöhle, die sich bis dicht unter dasselbe ausdehnt, unterhöhlt oder sogar durchbrochen sein.

An die drei Eckenspitzen des Processus zygomaticus schließen sich die glatten Trennungskanten, in denen die medialen Teile der letzterwähnten drei Flächen des Oberkiefers zusammenstoßen. Sehr abgerundet ist die untere derselben, welche Unterschläfen- und Gesichtsfläche bis zum Zahnfortsatz hinab voneinander trennt. Schärfere Kanten scheiden diese beiden von der Augenhöhlenfläche.

Die Vorderfläche des Oberkiefers, Facies anterior (Fig. 62), verlängert sich aufwärts auf die Seitenfläche des Nasenfortsatzes, seitlich auf den Processus zygomaticus, abwärts auf die des Alveolarfortsatzes. Im Bereiche des letzteren ist sie mit Wülsten, die den Fächern für die Zahnwurzeln entsprechen und öfters durchbrochen sind (Juga alveolaria), und dazwischen liegenden Furchen versehen (Fig. 62 *11, 7'*). Besonders lang und stark ist fast immer der durch die Wurzel des Eckzahns erzeugte Wulst. Ein medial von dessen oberer Hälfte befindliches, beim Lebenden fühlbares kleines Grübchen, Fovea incisiva (s. myrtiformis) entspricht ungefähr der hinteren Grenze des Bereiches des Zwischenkiefers (s. S. 254). Der rückwärts von der Eckzahnwurzel gelegene Teil der Fläche hält eine mehr sagittale Richtung inne und ist vor der Erhebung zum Jochfortsatz zu einer Grube, Fossa canina (s. maxillaris), vertieft, die dem gleichnamigen Muskel zum Ursprung dient.

Oberhalb derselben, 4—8 mm unter dem Vorderrande der Orbitalfläche findet sich die stark abwärts gerichtete vordere Mündung des Canalis infraorbitalis, das Foramen infraorbitale (Fig. 62 *14*). Von ihm aus verlaufen feine Nervenkanälchen im Innern des Knochens abwärts zu den Zähnen, die an der Gesichtsfläche durchschimmern, oder

(selten) durchbrochen sein können (Fig. 62 *14'*). Der Vorderrand der Fläche stößt mit der Nasenfläche zur seitlichen Umfassung der vorderen Nasenöffnung, Apertura piriformis (Fig. 60 *26*), in glatter, scharfer, zur Incisura pyriformis ausgeschnittener Kante zusammen, die im Bereich des Zwischenkiefers vorwärts umgeklappt und am medialen Ende zum vorderen N a s e n s t a c h e l, Semispina nasalis anterior (Fig. 62 *12*), vorwärts ausgezogen ist.

Fig. 63 I.

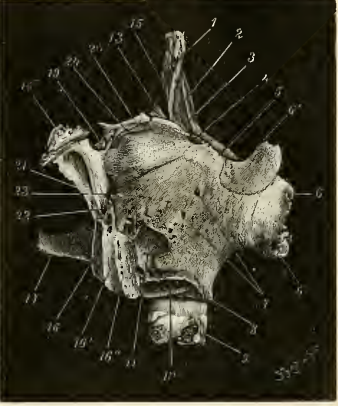


Fig. 63 II.

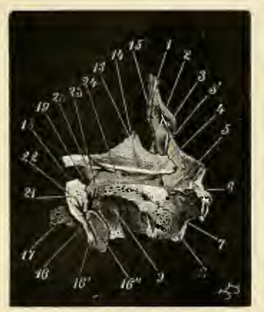


Fig. 63 III.

Fig. 63. Oberkiefer von hinten: I. vom Erwachsenen, II. vom 12-jährigen Kind, III. vom Neugeborenen; II u. III in Verbindung mit dem Gaumenbein. *1* Margo frontalis des Processus frontalis. *2* Sulcus lacrimalis. *3* Crista lacrimalis anterior, in III: 3' Sutura infraorbitalis, dieselbe kreuzend. *4* Sulcus infraorbitalis. *5* Unterrand der Fissura orbitalis inferior. *6* Processus zygomaticus; *6'* dessen Spina zygomatica. *7* Foramina alveolaria posteriora. *8* Processus alveolaris (dentalis). *9* vorderster Molarzahn, in III Alveole desselben. *10* zweiter Molarzahn, resp. dessen Alveole (in II). *11* im Durchbruch begriffener Weisheitszahn, in II dessen leere Alveole. *12* Trigonum palatinum des Oberkiefers, in II u. III vom Gaumenbein (*20*) gedeckt. *13* Angulus ethmolacrymalis. *14* Facies orbitalis des Oberkiefers. *15* Crista ethmoidalis des Oberkiefers. Die Zahlen von *16* ab beziehen sich auf das G a u m e n b e i n in Fig. II u. III. *16*, *16'*, *16''* Processus pyramidalis mit drei dem Processus pterygoideus anschließenden Facetten. *17* Pars horizontalis des Gaumenbeins. *18* Processus sphenoidalis. *19* Incisura palatina. *20* Processus orbitalis. *21* Hinterrand der Pars perpendicularis. *22* Eingang in die Canales palatini posteriores. *23* Eingang in den Canalis pterygopalatinus. *24* Furche für den Nervus infraorbitalis, führt zum Sulcus infraorbitalis (*4*).

Die Unterschläfenfläche, Facies infratemporalis (Fig. 63 *1*), ist leicht konvex, stößt mit der medialen Seite des Kiefers in einer senkrechten, unregelmäßig rauhen Kante zusammen, an deren oberes Ende ein auf die Orbitalfläche und Unterschläfenfläche gleichmäßig übergreifendes, rauhes Feld sich anschließt, Trigonum palatinum (Fig. 63 I *12*), welches dem Orbitalfortsatz des Gaumenbeins zur Anlagerung dient. Die lateral davon hinziehende Grenzkante, in der die Unterschläfenfläche mit der Orbitalfläche zusammenstößt, ist im allgemeinen abgerundet, glatt und bildet am unversehrten Schädel den unteren Rand der Fissura orbitalis inferior (Fig. 60 *22*). Ihr laterales Ende biegt auf eine spitzige Zacke aufwärts um, die, von der hinteren Ecke des Processus zygomaticus ausgehend, das laterale Ende der genannten Fissur umfaßt (Spina zygomatica, Fig. 63 *6"*). Entlang der unteren Grenze des Trigonum palatinum zieht eine oft seichte, vom Gaumenbein vervollständigte Furche (Fig. 63 II *24*), durch welche der zweite Ast des Nervus trigeminns zum hinteren Ende des Sulcus infraorbitalis zieht (Fig. 63 *4*). Abwärts von letzterem ist die Unterschläfenfläche rauh (Tuber. maxillae) und von einem größeren oder mehreren kleineren, in fast senkrechter Reihe stehenden Löchern durchsetzt, For. alveolaria [posteriora] (Fig. 63 *7*), für gleichnamige Zahnnerven und Gefäße. Abwärts von diesen liegen bei Kindern in der Ebene der Unterschläfenfläche die Höhlen für die Anlage der großen Backzähne, die erst gegen Ende der Wachstumsperiode sich abwärts in den eigentlichen Bereich des Alveolarfortsatzes hinunterschieben (Fig. 63 I—III *9—11*).

Die Orbitalfläche ist eben, glatt, lateral abfallend und einwärts von dem Verbindungsfeld für das Jochbein von drei gut ausgeprägten Rändern umschlossen, Der mediale Rand, gleichzeitig der obere der medialen Seite des Körpers, zerfällt durch eine winklige Knickung, den Angulus ethmolacrimalis (Fig. 62 *23*), in eine vordere (*22*), mit dem Thränenbein (Fig. 68 *13*) sich verbindende Partie Margo lacrimalis, und eine hintere, die mit der Lamina papyracea des Siebbeins zusammenstößt, Margo ethmoidalis (Fig. 62, *24*). Letztere endet rückwärts am Trigonum palatinum. Erstere trifft vorn rechtwinklig mit dem medialen Ende des glatten Randes, welcher die Orbitalfläche von der Gesichtsfläche trennt, sowie dem unteren Ende der über die laterale Fläche des Processus nasalis herabsteigenden glatten Kante, Crista lacrimalis anterior (Fig. 62 *21*, Fig. 68 *70*), zusammen. Der vordere Rand der Orbitalfläche ist frei, er bildet die mediale Abteilung des unteren Augenhöhlenrandes. Der hintere wurde bereits als oberer Rand der Unterschläfenfläche erwähnt.

Zunächst seinem medialen Ende beginnt die den N. infraorbitalis aufnehmende Furche, Sulcus infraorbitalis (Fig. 62 *27*, Fig. 68 *1*), und führt vorwärts in den gleichnamigen platten Kanal, dessen vordere Mündung das Foramen infraorbitale ist. Die Decke dieses Kanals wird durch eine hinten sehr dünn und schmal entlang dem lateralen Rande des Sulcus infraorbitalis beginnende, sich vorn immer vollständiger über die Furche medialwärts hin ausdehnende und zugleich verdickende Platte (Lamina orbitalis, Henle) gebildet (Fig. 62 *1"*), die sich zwar häufig noch beim Erwachsenen durch eine vom Foramen infraorbitale über den Vorderrand der Orbitalfläche bis zum medialen Rande des Sulcus infraorbitalis hinziehende Naht gegen die medialen Teile der Orbitalfläche abgrenzt

(Sutura infraorbitalis, Fig. 62 *15*, Fig. 68 *7*), gewöhnlich aber mit ihnen verschmilzt.

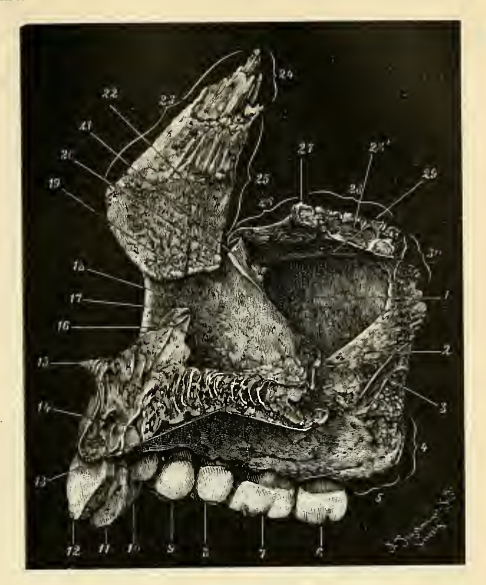


Fig. 64 a.

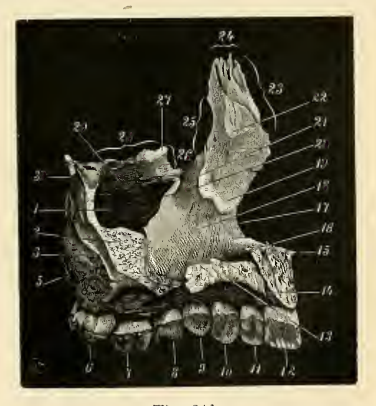


Fig. 64 b.

Fig. 64. Rechter Oberkiefer, a des Erwachsenen von der medialen Seite; b von einem 12-jährigen Kind. *1* Antrum maxillare (Highmori). 2 Facies palatina für die Auflagerung der Lam. perpendicularis des Gaumenbeins. *3* Sulcus pterygopalatinus. *4* Processus alveolaris (hinterstes Ende). *5* Stelle, welche der noch nicht durchgebrochene dritte Mahlzahn einnehmen wird. *6*, *7* Molarzähne; *8*, *9* Prämolarzähne. *10* Eckzahn. *11*, *12* Schneidezähne. *13* Gaumenfortsatz (Processus palatinus). *14* Canalis incisivus, darin die Sutura incisiva. *15* Spina nasalis anterior. *16* Semicrista incisiva (ungewöhnlich hoch). *17* Rand der Incisura piriformis. *18* Superficies nasalis. *19* Crista turbinalis. *20* Sulcus lacrimalis. *21* Lunula lacrimalis. *22* Crista ethmoidalis. *23* Margo nasalis (mit dem Seitenrande des Nasenbeins verbunden). *24* Rand und abwärts davon rauhes Feld zur Verbindung mit dem Stirnbein. *25* u. *26* Ränder zur Verbindung mit dem Thränenbein. *27* Angulus ethmolarcimalis. *28* Margo ethmoidalis (für die Lamina papyracea des Siebbeins); *28'* Cellulae maxillares. *29* Wand des Canalis infraorbitalis, in das Antrum vorgebuchtet. *30* Randteil, auf den sich der Processus orbitalis des Gaumenbeins auflegt.

An der medialen Seite des Oberkieferkörpers (Fig. 64) findet sich zunächst dem oberen Rande der bereits erwähnte Hiatus maxillaris (*1*), vor-abwärts von ihm eine glatte Fläche, Nasenfläche, die von der Nasenschleimhaut über-

zogen wird, rück-abwärts davon eine etwas eingesunkene, rauhe, vom Gaumenbein bedeckte Fläche (*2*) [s. auch Fig. 70]. Der rückwärts vom Angulus ethmolacrymalis gelegene Teil des oberen Randes trägt gewöhnlich zwei bis drei, hinten an Größe zunehmende Zellen, Cellulae maxillares (Fig. 64 *28'*), welche die gleichnamigen des Siebbeinlabyrinths zudecken. Das zur Anlagerung der senkrechten Platte des Gaumenbeins bestimmte Feld wird von einer schräg vor-abwärts gerichteten, verschieden tiefen, glatten Furche, Sulcus pterygopalatinus (Fig. 64 *3*), die mit einer entsprechenden des Gaumenbeins den Canalis pterygopalatinus bildet, durchzogen. Die glatte, eigentliche Nasenfläche ist nur oberhalb des Processus palatinus und der Zwischenkieferregion (s. S. 255) gelegen, auf deren nasale Seiten sie ohne Grenze übergeht. Das oberste Ende ihres an den Hiatus maxillaris stoßenden Randes ist gewöhnlich in ein medialvorwärts umgebogenes Plättchen, Lunula lacrimalis (Fig. 64 *21*), ausgezogen, welches seine konkave Seite der Thränenfurche, Sulcus lacrimalis (*20*), zukehrt. Ein vorderer Randstreif der Nasenfläche springt ein wenig medialwärts vor und erzeugt unterhalb des Stirnfortsatzes eine seichte Vertiefung. (Manchmal deutet hier eine senkrechte Furche die hintere Grenze der Pars nasalis des Zwischenkieferbezirks an.)

Der Stirnfortsatz (Fig. 64), erhebt sich aus der Ecke, in der die Gesichts-, Augen- und Nasenfläche zusammenstoßen würden, auf- und wenig medialwärts zu einer etwa dreiseitigen Platte mit lateraler und medialer Fläche. Die obere und untere Abteilung ihres vorderen Randes stoßen in stumpf vorspringendem Winkel zusammen. Abwärts von letzterem ist der Rand scharf, glatt, frei als obere, geradere Fortsetzung des Randes der Incisura piriformis; aufwärts davon (Fig. 64 *23*) ist er für die Anlagerung des seitlichen Randes der Nasenbeine rauh bis zur oberen, in senkrechte Zacken zerklüfteten Spitze, die sich mit dem Stirnbein verbindet (Fig. 64 *24*). Der hintere Rand des Stirnfortsatzes ist der Länge nach von der Thränenrinne (Fig. 62 *20*, Fig. 63 *2*), durchzogen und dadurch in zwei Kanten geteilt. Die laterale ist die schon erwähnte Crista lacrimalis anterior (Fig. 62 *21*, Fig. 63 *3*); die mediale heißt Margo lacrimalis (proc. fronalis), verbindet sich mit dem vorderen Rande des Thränenbeins und begleitet den Sulcus lacrymalis an der medialen Seite des Oberkiefers herab. Schließlich stößt sie am hinteren Ende einer horizontalen Leiste, Crista turbinalis (conchalis, a. G, Fig. 64 *19*), die an der unteren Grenze des Nasenfortsatzes gelegen, für den Ansatz der Nasenmuschel bestimmt ist, in einer etwas vorspringenden Ecke (Prominentia lacrimalis) zusammen. Zwischen letzterer und dem vorderen Rande der Lunula bleibt ein schmälerer oder breiterer Zwischenraum, in den sich von oben her ein Fortsatz des Thränenbeins, von unten der Processus lacrimalis der Nasenmuschel einschiebt, um den Sulcus lacrimalis medialwärts zum Kanale Canalis lacrimalis abzuschließen. Selten wird dieser Verschluß durch Verwachsung der Lunula mit dem Margo lacrimalis hergestellt. Vom Winkel des Vorderrandes des Nasenfortsatzes aus zieht eine undeutliche Rauhigkeit über die mediale Fläche des letzteren rückwärts (Crista ethmoidalis, Fig. 64 *22*), an dieselbe lehnt sich das vordere Ende der unteren Siebbeinmuschel. Aufwärts davon liegt eine durch senkrechte Leisten ausgezeichnete Rauhigkeit, auf welche

sich der seitliche Teil des Processus nasalis des Stirnbeins fügt (Fig. 51). Die laterale Fläche des Nasenfortsatzes durchziehen Gefäßfurchen, unter denen eine häufig durch besondere Tiefe sich auszeichnet (Sutura longitudinalis imperfecta).

Der Gaumenfortsatz stellt eine horizontale, 1—2,5 mm dicke, vierseitige Platte dar, die aus der untersten Partie der medialen Seite des Körpers oberhalb des Alveolarteils des Kiefers hervorgeht. Sie besitzt einen schmalen hinteren rauhen Rand zur Verbindung mit der horizontalen Platte des Gaumenbeins, einen medianen, durch senkrechte Furchen in niedrige Blätter zerteilten und aufwärts zu einer Kante (Semicrista nasalis) aufgeworfenen, breiten Rand zur Verbindung mit dem Gaumenfortsatz des gegenüberliegenden Oberkiefers. Vorn wird der Gaumenfortsatz vom Zwischenkieferteil des Zahnfortsatzes umfaßt, dessen medianer Rand mit einer noch höheren Kante als der Rand des Gaumenfortsatzes gegen die Nasenhöhle vorragt (Semicrista incisiva, Henle, Fig. 64 *16*), sonst aber diesem ähnlich und in seiner Fortsetzung gelegen ist. Durch Zusammenfügung beider Oberkiefer bilden die Kanten des medianen Randes zusammen eine gegen die Nasenhöhle vorspringende, der Länge nach oben gefurchte Leiste, Crista nasalis, die mit der in der Zwischenkieferregion plötzlich als Crista incisiva noch stärker vorspringenden Leiste eine einspringende Ecke bildet, in welche sich das vordere Ende des Vomer einfügt, während sein unterer Rand sich auf die Crista nasalis stützt (Fig. 49). Jederseits von der Crista incisiva findet sich regelmäßig an der Nasenseite der Eingang eines Kanälchens, Canalis incisivus (s. naso-palatinus), welches abwärts gerichtet in eine Furche des medianen Randes ausläuft (Fig. 64 *14*). Letztere wird durch die symmetrische Furche des gegenüberliegenden Oberkiefers zu einem unpaaren Kanal, der gemeinsamen unteren Fortsetzung beider Canales incisivi, geschlossen. Seine untere Oeffnung findet sich, von der Mundhöhle aus sichtbar, am vorderen Ende der sagittalen, beide Gaumenfortsätze verbindenden Naht (Fig. 65 *10*, Fig. 65 *b*), Foramen incisivum (s. palatinum anterior).

Selten münden beide Canales incisivi hier mit getrennten Oeffnungen, deren jede in eine vordere und hintere Abteilung geteilt sein kann (Hyrtl). Foramina Scarpae heißen zwei inkonstante, in der Gaumennaht eingeschlossene feine Spalten für den Durchtritt des N. nasopalatinus, deren untere Oeffnung vorn und hinten im Bereich des Foramen incisivum gelegen sind, ersteres für den Nerven der linken, letzteres der rechten Seite (s. auch Gaumen).

Bei jugendlichen Kiefern (Fig. 89 *55*) trifft man oft eine vom Foramen incisivum gegen die laterale Grenze des seitlichen Schneidezahns zackig hinziehende Spalte, den Rest der Naht, in der Gaumenfortsatz und Zwischenkiefer zusammenstoßen und später verwachsen (Sutura incisiva). Die obere (nasale) Oberfläche des Gaumenfortsatzes ist glatt, die untere durch Drüsennischen uneben und für den Eintritt von Blutgefäßen löcherig. (Ueber den Torus palatinus siehe Gaumen).

Der Zahnfortsatz, Processus alveolaris s. dentalis, erstreckt sich entlang dem ganzen unteren Ende der Kieferhöhle und vorwärts davon in die Zwischenkieferregion vor den Gaumenfortsatz. Seine laterale (äußere) Fläche geht ohne Grenze auf die Gesichts- und

Unterschläfenfläche, seine mediale in ausgerundetem Winkel in die untere Fläche des Gaumenfortsatzes über.

Im Inneren desselben finden sich hohle, abwärts offene Fächer, die zur Aufnahme der Zahnwurzeln bestimmt sind (Zahnfächer, Alveolen, Alveoli) und durch quere Zwischenwände, Septa interalveolaria, voneinander abgetrennt werden. Im Einzelnen entspricht die Gestalt der Fächer einem Abdruck der darin steckenden Zahnwurzel.



Fig. 65 a.

Fig. 65 a. Alveolen des Oberkiefers und knöcherner Gaumen von unten. *1* Spina nasalis posterior (Gaumenbein). *2* quere Gaumennaht. *3* hinterer Rand der horizontalen Platte des Gaumenbeins. *4* Processus pyramidalis des Gaumenbeins. *5* Foramina palatina posteriora. *6* Foramen pterygopalatinum. *7* Alveolarfortsatz des Oberkiefers. *8* Processus palatinus des Oberkiefers. *9* mediane Gaumennaht, vorn zwischen den Gaumenplatten des Oberkiefers, hinten der Gaumenbeine. *10* Foramen incisivum. *11*—*18* Alveolen: (*11* u. *12*) der Schneidezähne, (*13*) des Eckzahns, (*14*, *15*) der beiden Prämolaren, (*16*—*18*) der drei Molarzähne. *19* Spitze der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus. *20* mediale Lamelle des Processus pterygoideus des Keilbeins mit Hamulus. Zwischen *19* u. *20* eingekeilt der Processus pyramidalis des Gaumenbeins (*4*).

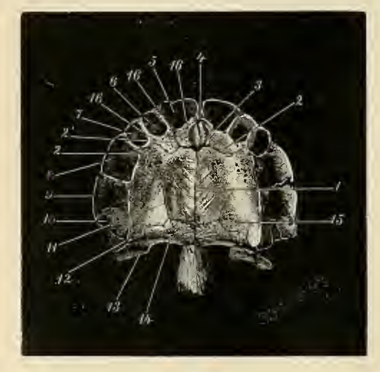


Fig. 65 b.

Fig. 65 b. Gaumen und Zahnfächer des Neugeborenen, von unten gesehen. *1* mediane Gaumennaht. *2* Gaumenzwischenkiefernaht. *3* Foramen incisivum. *4* Vereinigungsnaht der Zwischenkieferteile (vordere Fortsetzung von *1*). *5*—*10* Zahnkeimfächer: *5* für den medialen, *6* für den lateralen Schneidezahn; *7* für den Eckzahn; *8* u. *9* für die beiden Milchbackzähne; *10* für den ersten bleibenden Backzahn. *11* Spalte des Gaumenfortsatzes des Oberkiefers. *12* Foramen pterygopalatinum (palatin. post. majus). *13* Processus pyramidalis des Gaumenbeins. *14* Pars horizontalis des Gaumenbeins. *15* quere Gaumennaht. *16* Löcher zu den Keimen der bleibenden Zähne (etwas undeutlich).

Das anscheinend blinde Ende jedes Fachs ist von einer meist feinen Oeffnung für den Durchtritt der Zahnnerven und Gefäße durchbohrt und bei sämtlichen (5) Backzähnen rückwärts gebogen. Die Innenfläche der Höhlen erscheint in der Regel glatt, während die Knochensubstanz des Zahnfortsatzes sonst sehr porös ist.

Da die großen Backzähne des Oberkiefers dreiteilige Wurzeln haben, zeigen deren Alveolen (ausnahmslos deutlich die des ersten Mahlzahns, Fig. 65 *16*) je drei Unterabteilungen, wovon eine medial, die beiden anderen hintereinander lateral im Zahnfortsatz gelegen sind.

Gewöhnlich reichen die blinden Enden der Zahnalveolen nicht so hoch hinauf, daß sie die Kieferhöhle erreichen, sondern bleiben durch spongiöse Knochensubstanz von ihr getrennt. Nur die lateralen Wurzeln der großen Backzähne, besonders die des 2. Backzahns, reichen bis dicht unter den Boden der Kieferhöhle, buchten ihn vor oder durchbrechen ihn öfters. Die Spitzen der Prämolarzahnwurzeln, erst recht die des Eckzahns, bleiben der Kieferhöhle fern. Selten ist die Spitze der Alveole des vorderen Schneidezahns nach der Nasenhöhle durchbrochen. Auf der Außenfläche des Zahnfortsatzes wölben sich die Alveolenwände als Juga alveolaria öfters vor, erscheinen manchmal sehr dünn oder durchbrochen, Fig. 62 *7'*, *11*. Ihr unterer freier Rand (Limbus alveolaris) bleibt gewöhnlich etwas dicker.

Die Persistenz der Alveolenwände ist von dem Vorhandensein der Zahnwurzeln abhängig, da sie nach deren Entfernung durch Resorption vollkommen schwinden. Dieselben folgen andererseits der Entwickelung und dem Wachstum der Zähne und verhalten sich in Abhängigkeit von diesen im jugendlichen Alter anders als bei Erwachsenen. (Das Nähere hierüber ist beim Kapitel über die Zähne nachzusehen.)

D i e K i e f e r h ö h l e. Am macerierten Knochen ist die Innenfläche der Kieferhöhle größtenteils glatt. Abgesehen von den erwähnten durch Zahnwurzeln bedingten Unregelmäßigkeiten der Fläche, zeigen sich Andeutungen von Septenbildungen, die aus dem Boden der Höhle sich erheben. In seltenen Fällen (1,5 Proz. W. Gruber) wird eine völlige Teilung der Höhle in eine hintere kleinere (lateral vom Gaumenbein) und größere vordere Abteilung, deren jede eine eigene Oeffnung besitzt, herbeigeführt durch eine vollkommene knöcherne Scheidewand, die etwa in der Ebene der Scheidewand zwischen den Alveolen der zwei hinteren Mahlzähne gelegen ist. Regelmäßig springt die Wand des Canalis und Sulcus infraorbitalis als Wulst in die Kieferhöhle vor (Fig. 64 *25*). Im Anschluß an dessen vorderes Ende, sowie an die Foramina alveolaria posteriora der Unterschläfenfläche durchziehen Gefäß- und Nervenfurchen die Oberfläche oder dafür sehr dünnwandige Kanälchen die Wände der Kieferhöhle und entsenden feinere Abzweigungen zu den Zahnwurzeln (s. Fig. 94 *3*, Fig. 69 *10*, *11*, *13*); der Hauptverlauf solcher in Form eines das Foram. infraorbitale mit einem For. alveol. poster. verbindenden abwärts konvexen, platten Kanals, der oberhalb der lateralen Backzahnwurzeln gegen die Kieferhöhle offen ist, ist in Fig. 62 *14'* (ebenso wie ein vorderer Ausläufer desselben zu den Schneidezähnen und dem Eckzahn) durch punktierte Linien angedeutet. Er trennt sich vom Canalis infraorbitalis an der lateralen Seite des letzteren schon mitten auf der Orbitalfläche und verbindet sich nahe dem vordern Orbitalrand durch ein Loch mit der Kieferhöhle. S. auch die Fg. 69, 93, 94, 96—99.

Entwickelungsverhältnisse.

Die in den Oberkiefer eingehenden Knochenkerne verwachsen teilweise sehr früh (Anfang des 3. Fötalmonats) und sind wegen ihrer Zartheit schwer zu untersuchen. Die Angaben verschiedener Specialuntersucher (Nicati, Béclard, Rambaud und Renault, Sappey) stimmen bloß teilweise überein. Uebereinstimmend unterscheiden sie folgende eigenen Knochenpunkte: 1) einen für den Zwischenkiefer jederseits (Os incisivum); 2) einen für die laterale Seite der Mahlzahnalveolen und die laterale Hälfte des Orbitalbodens (überhaupt alle lateral vom Sulcus infraorbitalis und seiner Aeste gelegenen Teile [Point malaire, Sappey]); 3) einen für den Gaumenfortsatz und die mediale Alveolarwand

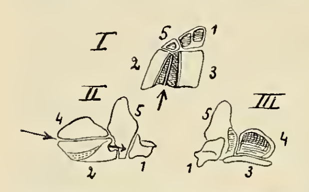


Fig. 66. Knochenpunkte des Oberkiefers etwas schematisiert, nach Sappey. *I* Ansicht von unten, *II* von lateral vorn, *III* von der medialen Seite. *1* Incisivum *2* (Pièce malaire.) Laterale Hälfte des Orbitalbodens und der Mahlzahnalveolen, dazwischen Verbindungsfläche des Jochbeins. *5* Eckzahnalveole und Stirnfortsatz mit Thränenfurche. *4* mediale Hälfte des Orbitalbodens, laterale Wand der Kieferhöhle (in *II* und *III*). *3* mediale Mahlzahnalveolenwand und Gaumenplatte (*I* und *III*). Der Pfeil (*II*, *I*) zeigt die Richtung der Nervengefäßspalte (für den Verlauf und die Verästelung des Oberkiefernerven).

der Backzähne (Point palatin inférieur, Sappey). — Des weiteren folge ich Sappey; dieser unterscheidet noch: 4) einen Knochenpunkt (orbitonasal) für die mediale Hälfte der Orbitalwand und die Seitenwand der Kieferhöhle (eine rechtwinklig gebogene Knochenplatte mit medialer Konkavität (Kieferhöhlenanlage); 5) einen für den Stirnfortsatz und alle abwärts davon gelegenen Teile (Alveole des Eckzahns). — Zwischen 2 einerseits, 3 und 4 andererseits geht die Nervenspalte durch, die oben zum Canalis infraorbitalis wird unten bis auf Reste durch Verwachsung der Knochenpunkte sich schließt. Die Reste der Spalte sind die Nervenkanälchen zu den Zahnalveolen.

Ein selbständiger Knochenpunkt findet sich oberhalb des Foramen incisivum und entspricht der Anlage je einer Hälfte der Crista incisiva, die nach der Geburt in den ersten Jahren noch hie und da als selbständiges Knochenstückchen getroffen wird (Os sous vomérien Rambaud und Renault). Es gleicht der Hälfte eines der Länge nach halbierten Nagels und verwächst vorn im Foramen incisivum mit dem Zwischenkiefer. Th. Kölliker's Proc. stenonianus des Zwischenkiefers (a. a. S. 348) ist mit diesem Knochenteil identisch.

Die Gestaltung der Oberkiefer variiert schon früh. Nach Verwachsung seiner Komponenten im 3. bis 4. Fötalmonat stellt er im wesentlichen eine horizontal unter Augen- und Nasenhöhle jederseits ausgebreitete, dreiseitige Platte dar, die entlang ihrem ganzen Vorderrande unten offene Höhlungen für die Aufnahme von Zahnkeimen trägt, aufwärts davon aber zu einer Kante sich erhebt. Letztere ist in ihrer lateralen Abteilung niedrig, die Anlage des unteren Augenhöhlenrandes, und besitzt einen Einschnitt, die Anlage des späteren Canalis infraorbitalis; medial hiervon erhebt sie sich zu einer hohen

Zacke, Anlage des Processus frontalis, die noch weiter medial wieder zur Umrandung der vorderen Nasenöffnung plötzlich abfällt.

Der letztere Teil des Randes, sammt den Höhlen für die Schneidezähne darunter, entspricht dem Zwischenkiefer (Praemaxilla) Fig. 66, III *1*, welcher einerseits die vorderste Partie des Alveolarteils (Schneidezähne), andererseits die mediale Partie der vordersten Umrandung der vorderen Nasenöffnunng (entsprechend einer Pars nasalis ossis incisivi) im Bereiche des Stirnfortsatzes des Oberkiefers bildet, aber um diese Zeit schon mit dem eigentlichen Oberkiefer (Maxilla) großenteils verwachsen ist. Die beschriebene Ausdehnung des Zwischenkiefergebiets ist aber durch tiefe Spalten wenigstens oft noch sehr lange deutlich markiert, von denen Reste (an der medialen Seite des Stirnfortsatzes und lateral vom Foramen incisivum) zuweilen noch beim Erwachsenen gefunden werden.

Von der die Anlage des Stirnfortsatzes repräsentierenden Zacke laufen zwei Kanten divergent über die obere Fläche der Oberkieferplatte rückwärts und theilen diese in drei dreieckige Felder, das laterale entspricht der lateralen Hälfte der späteren Superficies orbitalis, an deren medialem Rande der noch unverhältnismäßig weite Sulcus infraorbitalis entlang läuft, das mittlere dem Gebiete der späteren Kieferhöhle und der rauhen Flächen für die Auflagerung des Gaumenbeins; das mediale ist die Superficies nasalis der Gaumenplatte des Oberkiefers.

Während später das Breitenwachstum der Nasenhöhle gehemmt wird und der Nasenboden während der Höhenzunahme der Nasenhöhle sich abwärts vorschiebt, wächst die das Kieferhöhlenfeld von dem Augenhöhlenfeld trennende anfänglich senkrechte Kante zu einem breiteren Knochenblatt aus, legt sich medialwärts um und wird so zur Decke der noch sehr kleinen Kieferhöhle, die demnach anfangs nur medialwärts von dem Canalis infraorbitalis gelegen ist, und zum Boden der medialen Hälfte der Augenhöhle. Dann ist bereits der Anschluß der Form an die Definitive gegeben, insofern als der Boden der Nasenhöhle um die Höhe der Kieferhöhle tiefer steht als die mediale Hälfte des Bodens der Augenhöhle. Eine mediale Wand der Kieferhöhle entsteht zuerst vorn und unten, hinter dem schon sehr früh angedeuteten Sulcus lacrymalis, dessen hintere Umgrenzung (durch die Lunula lacrymalis) zugleich eingeleitet wird.

Sie erscheint hier als ein senkrecht stehendes, mit freiem, konkavem, aufwärts gerichtetem Rande versehenes Knochenblatt, wie eine aufwärts umgebogene Fortsetzung der Nasenfläche des Gaumenfortsatzes. Ihre laterale Seite ist hinten durch eine schmale Spalte (für die Aufnahme des unteren Teils des Vorderrandes der senkrechten Platte des Gaumenbeins) vom Boden der Kieferhöhle und dem rauhen hinteren Rande derselben getrennt, den die senkrechte Platte des Gaumenbeins überlagert. Der Boden der primitiven Kieferhöhle bis zum Canalis infraorbitalis hin, wo deren Dach mit demselben zusammenstößt, besteht aus einem lockeren Balkenwerk von Knochensubstanz unmittelbar über den Alveolen für die Backzahnanlagen, welches weiter lateralwärts auch in dünner Lage unter dem Canalis infraorbitalis und der seitlichen Partie des Augenhöhlenbodens bis zu dessen lateralster Ecke, wo der Processus zygomaticus entsteht, vorhanden ist und diese von den Alveolen der Backzähne trennt. In

ihm verlaufen die Nerven zu diesen. So finden sich die Verhältnisse noch zur Zeit der Geburt und in den ersten Lebensjahren Dies Balkenwerk vergeht ganz allmählich; der dadurch entstehende Raum erscheint als laterale Vergrößerung der Kieferhöhle, deren senkrecht stehende Wandteile unverhältnismäßig stark zugleich mit der Ausbildung der Zahnwurzeln wachsen und dadurch bewirken, daß Augenhöhlenboden und Alveolarteil um einen immer größeren Kieferhölenraum voneinander entfernt werden, bis die definitive Höhe des Kieferkörpers erreicht ist. Gleichzeitig dehnt sich die Kieferhöhle vorwärts bis gegen den Margo infraorbitalis lateral vom Sulcus lacrymalis aus, welch letzterer an ihrer Innenseite schließlich manchmal einen vorspringenden Wulst erzeugt (s. Fig. 93 *26*, Fig. 69 *14*), und oben lateralwärts bis in den auswachsenden Processus zygomaticus hinein (s. Fig. 69 einwärts von *9*). Unterhalb dessen aber bleibt ein für allemal ihre Breite gleich der Dicke des Alveolarfortsatzes.

Die Ausdehnung der Kieferhöhle nach hinten erfolgt gleichzeitig mit der Ausbildung des Alveolarteils für die bleibenden Mahlzähne, die sich zeitlich in der Reihenfolge von vorn nach hinten anlegen. Man findet die jüngsten Alveolen dicht unter dem Eingang zum Sulcus infraorbitalis und dem hinteren Rand der Orbitalfläche, Fig. 63 III, so daß die Facies infratemporalis, soweit sie später oberhalb der Alveolen gelegen ist, fast noch ganz fehlt. Die Kronen der Zahnkeime in dieser Gegend sind ursprünglich rückwärts gerichtet. Je weiter aber dann die Kieferhöhle in sagittaler Richtung sich zwischen Orbitalboden und Zahnanlagen eindrängt und durch gleichzeitige Höhenzunahme der Kieferhöhle deren hintere Wand, die Facies infratemporalis, auch in senkrechter Richtung wächst, um so mehr drehen sich die Kronen der Mahlzähne und die Ränder ihrer Alveolen nach unten und rücken abwärts in die Reihe der schon fertigen Zähne, Fig. 68 II. Jeder nachfolgende rückt dabei schließlich nicht ganz so weit nach unten wie der vorhergehende, so daß die Backzahnreihe im Ganzen ebenso wie der Kieferrand hier in einen abwärts konvexen Bogen hinten etwas ansteigt.

Der G a u m e n f o r t s a t z ist eine anfänglich sehr dünne horizontale Platte rückwärts von der sog. Sutura incisiva, an deren nasaler Oberfläche sich die glatte Beschaffenheit von vorn nach hinten allmählich entwickelt. Ihre hintere Randpartie bleibt oben ebenso wie die daranschließende hintere Umrandung des Hiatus maxillaris stufenförmig gegen die Superficies nasalis abgesetzt, rauh für die Auflagerung vom Gaumenbein. Die Platte zeigt sich im jugendlichen Stadium zuweilen aus strahlenförmig geordneten Knochenbälkchen (Deckknochen der Fische ähnlich) zusammengesetzt und jederseits durch eine größere Spalte (Fig. 65 b *11*) in zwei Abteilungen zerlegt, deren eine sich von der Gegend der Eckzahnalveole aus medial-rückwärts, deren andere sich entlang den Backzahnalveolen lateral von ersterer ausbreitet, so daß erstere vom Eckzahn ab die mediale, letztere die laterale Hälfte der Gaumenplatte darstellt. Vorn von der Gaumenplatte findet sich der dem Zwischenkiefer entsprechende Teil des menschlichen Oberkiefers, welcher die Schneidezähne trägt. Dieser Knochen, der bei den meisten Wirbeltieren als selbständiges Schädelelement (Praemaxilla, Os incisivum) bestehen bleibt, verwächst bei Menschen und Affen mit dem Oberkiefer, bei ersteren schon in sehr früher Periode (3. Fötalmonat). Nur entlang dem hinteren Rande ist oft seine Trennung vom Gaumen-

fortsatz längere Zeit bis über die Geburt hinaus noch erhalten durch eine Spalte, die vom Foramen incisivum aus jederseits gegen die Alveole des Eckzahnes hinzieht, Zwischenkiefernaht (Sutura incisiva Fig. 65 b abwärts von 2) und oberhalb der Gaumenplatte in eine senkrechte Furche an der medialen Seite des Stirnfortsatzes des Oberkiefers aufwärts bis etwa zur Crista turbinalis ausläuft.

Den oberhalb letzterer gelegenen Teil des Processus frontalis des Oberkiefers deutet v. Bardeleben als homolog dem Praefrontale der Tiere. Er fand ihn bei außereuropäischen Schädeln zuweilen durch eine horizontale, von der Sutura infraorbitalis ausgehende Naht isoliert.

Zuweilen zerfällt der hinter den Zahnalveolen gelegene Teil des menschlichen Zwischenkiefers durch eine Spalte, welche ungefähr sagittal gerichtet von der transversalen Sutura incisiva aus vorwärts zur Scheidewand der Schneidezahnalveolen hinzieht, in zwei Abteilungen, so daß es den Anschein hat, als seien auf einer Seite zwei getrennte Zwischenkieferanlagen vorhanden (Th. Kölliker und ähnlich Merkel halten dieselben übrigens für eine Gefäßspalte). Auch sind Mißbildungen bekannt, in denen eine dementsprechende ganz durchgehende Trennung des Zwischenkiefers in zwei Teile besteht. Diese Thatsachen führten Albrecht zu der (schon von Meckel vertretenen) Meinung, daß der Zwischenkiefer normal jederseits aus zwei Teilen zusammengesetzt sei. Diese Anschauung findet indes einmal durch die Befunde bei Tieren, welche sämtlich jederseits nur einen Zwischenkieferknochen besitzen, keine Stütze; außerdem treten vorübergehende Spaltbildungen in Deckknochen überhaupt nicht selten auf und sind von so sekundärer Bedeutung, daß sie ebensowenig wie pathologische Spaltbildungen für die Feststellung eines neuen Schädelelementes ohne weiteres dürfen verwertet werden. Th. Kölliker ist neuerdings für die Ansicht, daß der Zwischenkiefer jederseits aus einfacher Anlage hervorgehe, eingetreten.

Als Hasenscharte wird eine pathologische Spaltbildung im Alveolarteil des Oberkiefers bezeichnet. Ihre Lage zu den Zähnen hat ebenfalls zur Kontroverse zwischen Th. Kölliker und Albrecht geführt. Nach Th. Kölliker, der in Uebereinstimmung mit der herrschenden Anschauung auf Grund seiner Untersuchungen die Spalte durch Ausbleiben der Vereinigung von Oberkiefer und Zwischenkiefer zustande kommen läßt, geht dieselbe zwischen Eckzahn und einem Schneidezahn durch. Derartige Spalten kommen thatsächlich vor, sind aber, wie Albrecht mit Recht hervorhob, weder die einzig vorkommenden noch sind sie eindeutig. Die Entscheidung über die Lage der Kieferspalten zu den Zähnen wird nämlich kompliziert durch die von Albrecht, Biondi und A. Broca betonte Variation im Auftreten der Schneidezähne. Der letzteren besitzt der Mensch normal in jeder Kieferhälfte zwei, einen lateralen und einen medialen. Zuweilen jedoch tritt als Anomalie zwischen diesen beiden ein überzähliger, dritter Schneidezahn auf (wie ja manche Tiere normal drei Schneidezähne jederseits besitzen), oder auch es bleibt der laterale (normale) Schneidezahn aus. Treten diese beiden Varianten zugleich an derselben Seite auf, so bleibt die Summe der Schneidezähne zwar hier normal, aber morphologisch liegt doch eine Anomalie vor, indem ein überzähliger (mittlerer) und nur ein normaler (der mediale) vorhanden sind.

A. Broca berichtet nun über Hasenschartenpräparate und deren Zähne folgendes: Eine Hasenscharte, welche durch keine dieser Zahn-

anomalien kompliziert wird, geht zwischen medialem und lateralem Schneidezahn in das Nasenloch hinein durch. Wird die Spalte vom Eckzahn und einem Schneidezahn begrenzt, so fehlt gewöhnlich der laterale (präcanine) Schneidezahn, und der mediale begrenzt die eine Seite der Spalte. Besteht die Kieferspalte auf beiden Seiten, so trägt der zwischen ihnen eingeschlossene Zwischenkieferteil gewöhnlich zwei (mediale) Schneidezähne; trägt er vier Zähne, so sind von diesen die lateralen sehr oft überzählig, und der normal laterale (praecanine) wird gewöhnlich an der lateralen Seite der Spalte außerdem noch gefunden. Fälle, in welchen die Spalte hinter zwei Schneidezähnen derselben Seite und unmittelbar vor dem Eckzahn durchgeht, ließen sich event. erklären durch Auftreten eines überzähligen medialen bei gleichzeitigem Wegfall des normalen lateralen Schneidezahnes. Außer diesen im Gebiete einer Zwischenkieferhälfte bestehenden pathologischen Spalten (Hasenscharten) giebt es auch solche, die der Trennung zwischen Oberkiefer- und Zwischenkiefergebiet entsprechen. Sie erklären das Zustandekommen der Gesichtsspalte, die sich in die Nasenhöhle öffnet (Broca). Die von Albrecht und mit einiger Modifikation Biondi auf Grund des innerhalb des Zwischenkiefergebietes zuweilen auftretenden Spalten vermutete typisch doppelte Zwischenkieferanlage ist bis jetzt entwickelungsgeschichtlich nicht erwiesen. Doch verlangt A. Broca behufs Entscheidung der Zwischenkieferfrage eine gründliche Neubearbeitung der frühesten Entwickelungsstadien des Gesichtes

Varianten: Nach Reschreiter ist die Kieferhöhle bei Weibern unregelmäßiger als bei Männern. Nach Schwegel ist der linke Oberkiefer meist schwächer als der rechte entwickelt. Fehlen der Kieferhöhle beobachtete Morgagni. Ueber mehrfache Oeffnungen statt eines Foramen infraorbitale, eine Tierähnlichkeit, finden sich Angaben von Gruber.

Neuere Litteratur.

Albrecht, P., *Ueber den morphologischen Sitz der Hasenscharten-Kieferspalte, Biolog. Centralbl.* 6. *Bd. No.* 3 *u.* 4.

Derselbe, Die morphologische Bedeutung der seitlichen Kieferspalte und wahrscheinliche Existenz von vier Zwischenkiefern bei Säugetieren, Zool. Anz. 1879 *No.* 26.

Derselbe, Ueber die morphologische Bedeutung der Kiefer-, Lippen- und Gesichtsspalten, Langenbeck's Arch. 31. *Bd.* 1884, *auch: Fortschritte der Medizin* 1885, 3. *Bd.*

v. Bardeleben, K., *Verhandl. d. Anat. Gesellsch. X, Berlin* 1896, *S.* 153.

Béclard, *Ueber die Osteose oder Bildung der Knochen, Meckel's Arch. f. Physiol.* 6. *Bd.* 433, *Halle* 1820.

Bérard, *L'os intermaxillaire, Thèse,* 44 *pp., Montpellier, impr. Boehm.*

Biondi, *Ueber Zwischenkiefer- und Lippenkiefer-Gaumenspalte, Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt.* 1886.

Derselbe, Ueber den Zwischenkiefer, Anat. Anz. 3. *Bd.* 577.

Bourgeois, François, *Étude anatomique et pathologique sur le sinus maxillaire dans ses rapports avec les dents, Lille, imp. Danel.*

Broca, Auguste, *Relations des dents et des fissures osseuses dans le bec de lièvre complexe, Paris* 1887.

Derselbe, Sur le siège exact de la fissure alvéolaire dans le bec de lièvre complexe de la lèvre supérieure, Bulletin de la Société anatomique de Paris 1887 *Sér. V T. I,* 255 (*mit ausführlichen Angaben der älteren und neueren Litteratur*).

Calori, L., *Sulle anomalie del canale e del nervo sottorbitale, Rivista clinica di Bologna* 1874 *No.* 4 (*April*).

Derselbe, Sull' aeatamia del palato duro, Accadem. Bologna 1892 (*Doppelte Zwischenkieferanlage*).

Cocchi, A., *Ricerche anatomiche sul Torus palatinus, Archivio per l'antropologia* 1892 *XXII.*

Gilis, *Os intermaxillaire quadruple, Bulletin de la Société anatomique de Paris Sér. V T. II* 1888, 372.

Gruber, W., *Ueber die Infraorbitalkanäle des Menschen und bei Säugetieren, Mémoires de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg XXI* 1874, 10. (*Mehrfache Oeffnung des Foramen infraorbitale.*)

Derselbe, *Anatomische Notizen, Virchow's Arch.* 80. *u.* 82. *Bd.*

Derselbe, *Nachtrag zum Vorkommen eines zweigeteilten Jochbeins, Arch. f. Anat., Physiol. u. wissenschaftl. Medizin (Reichert u. Dubois)* 1876, 320.

Derselbe, *Fälle von Teilung des Sinus maxillaris durch ein Septum osseum perfectum u. s. w., Virchow's Arch.* 63. *Bd.* (*N. F.* 3. *Bd.*) 530.

Hamy, *L'os intermaxillaire de l'homme à l'état normal et pathologique, Paris* 1868. (*Hier ist auch die ältere Litteratur zusammengestellt.*)

Kölliker, Th., *Ueber das Os intermaxillare des Menschen und die Anatomie der Hasenscharte und des Wolfsrachens, Nova Acta acad. Leopold-Carol.* 43. *Bd.* 1881.

Derselbe, *Ueber die einfache Anlage des Zwischenkiefers (contra Biondi), Anat. Anz.* 3 *Bd.* 572.

Kollmann, *Die Formen des Ober- und Unterkiefers bei den Europäern, Schweiz. Vierteljahrsschrift f. Zahnheilk.* 2. *Bd.* 1892 *No.* 2, 22 *SS*, 12 *Abb.*

Körner, O., *Untersuchungen über Wachstumsstörung und Mifsgestaltung des Oberkiefers und des Nasengerüsts u. s. w., Leipzig, F. C. W. Vogel*, 1891, 20 *SS*, 3 *Taf.*

Leuckart, F. S., *Untersuchungen über das Zwischenkieferbein des Menschen, Stuttgart* 1840. (*Sehr umfassende, auch vergleichend-anatomische Abhandlung; ältere Litteratur.*)

Mariani, *Sul forame sovraorbitario e sopra una sutura anomale del mascellare soperiore, Atti e Rendic. Accad. med.-chirurg Perugia* 1892 *V Fsc.* 4, 228—237.

Mies, *Ueber einige seltene Bildungen am menschlichen Schädel, Korrespondenzbl. d. Dtsch. Gesellsch. f. Anthropol. u. s. w.* 24. *Jahrg., Minden* 1893, 105 (*cit. von Stieda*).

Merkel, F., *Handbuch d. topograph. Anatomie* 1. *Bd.*

Morgagni, *Advers anatom.* V 236 (*Fehlen der Kieferhöhle.*)

Nicati, C., *Specimen anatomico-pathologicum inaugurale de labii leporini congeniti natura et origine, Traject. ad Rhen. et Amstelod.* 1822 (*cit. bei Leuckart a. a. O.* 16—19).

Reschreiter, *Zur Morphologie des Sinus maxillaris, Stuttgart* 1878.

Romiti, G., *Varietà ossee; Napoli* 1880; *ferner Anatomie* 1. Bd. 277 (*Os lacrymale accessorium [Luschka]*).

Derselbe, *Nota sulla Sutura incisiva est Soc. Toscan. di scienze nat. i. Pisa* 1884.

Sachs, B., *Der jetzige Stand der Zwischenkieferfrage, Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk.* 10. *Jahrg.* 11. *H.* 469.

Sappey, Ph. C, *Traité d'anatomie descript., Paris* 1888 *T. I (p.* 220).

Schwarzkopff, *Eine Studie über das Os intermaxillare, Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk.* 6. *Bd.* 1888, 129, 180, 213.

Schwegel, A, *Knochenvarietäten, Zeitschr. f. rationelle Medizin* 3. *R.* 5. *Bd.* 1859, 302—306 (*betreffend Alveolarfortsatz, Hasenscharte*).

Signorini, *La sutura incisiva nei crani veneto trentini, Atti Soc. venet. trentin d. Padova* 1891 *XII.*

Stieda, L, *Ueber den knöchernen Gaumen, Verhandl. d. Anat. Gesellsch. a. d.* 5. *Versamml.* 1891, 242.

Derselbe, *Die Gefäfsfurchen am knöchernen Gaumen des Menschen, Anat. Anz.* 9. *Bd.* 1894 *No.* 24/25, 729.

Derselbe, *Der Gaumenwulst, Torus palatinus, Internat Beiträge z. wissenschaftl. Medizin* 1. *Bd.* 1891, 145—176 (*Festschrift für Virchow*).

Derselbe, *Ueber die verschiedenen Formen der queren Gaumennaht, Arch. f. Anthropol.* 22. *Bd.* 1. *u.* 2. *H.* 1—12

Swink, *Ueber den Zwischenkiefer und seine Nachbarorgane bei den Säugetieren, München* 1888, 84 *SS*, 5 *Taf.*

Talbot, E S., *Arrest of development of the maxillary bones due to race-crossing, climate and soil, Dental Cosmos Vol. XXX* 1888, 533.

Tanzi, E, *La fessura orbitale inferiore, Arch. p. l'antropalogia e l'etnolog. V* 22 *Fsc.* 2.

Turner, *The infraorbital suture, Journ. of anat. and physiol.* 1885 (*oder* 1884) *Vol. XIX Part* 2, 218—220.

Waldeyer, *Anomalien des harten Gaumens, Verhandl. u. Berl. Gesellsch. f. Anthropologie, Ethnologie u. s. w, Zeitschr. f. Ethnol.*, 24. *Jahrg* 1892, 5. *H.* 427.

Derselbe, *Ueber den harten Gaumen, Korrespondenzbl. d. Anthropol. Gesellsch.* 1892 *No.* 11/12, 118—119.

Warynski, *Beziehungen zwischen Hasenscharte und überzähligen Zähnen, Zahnärztl. Wochenbl.* 1. *Bd.* 1888 *No.* 27.

Windle, D. C. A., *The relations of the alveolar cleft palate to the intermaxilla and its development, Birmingham med. Review, June* 1889.

Zuckerkandl, E., *im Handb. d. Zahnheilk. von Scheff*, 1. *Bd., Wien* 1891.

2. Gaumenbein, Os palatinum.

Englisch: The palate bone. Französisch: Le palatin.
Italienisch: L'osso palatino.

Das Gaumenbein ist eine dünne Knochenplatte, an welcher sich zwei rechtwinklig zu einander gestellte Abteilungen unterscheiden lassen. Von diesen steht die obere senkrecht, Pars perpendicularis, und kehrt ihre mediale Oberfläche der Nasenhöhle, ihre laterale dem Oberkiefer und den dahinter gelegenen Teilen zu, während die untere Abteilung, Pars horizontalis, in der horizontalen Ebene des harten Gaumens ausgebreitet, mit



Fig. 67.

Fig. 68.

Fig. 67. Linkes Gaumenbein des Erwachsenen von hinten und ein wenig lateral. *1* Lamina perpendicularis. *2* Lamina horizontalis (hinterer Rand). *3* linke Hälfte der Spina nasalis posterior. *4*, *5*, *6* drei Felder an der hinteren Seite des Processus pyramidalis, von denen das mittlere *(5)* die Incisura pterygoidea des Keilbeins ausfüllt, das laterale *(6)* und mediale *(4)* mit den die Incisura pterygoidea einfassenden Ränder der beiden Lamellen des Processus pterygoideus verbunden ist. *7*, *8* laterale Fläche der Lamina perpendicularis; *7* der an der medialen Seite des Oberkiefers befindliche Teil; *8* derjenige Teil, welcher die mediale Wand der Fossa sphenomaxillaris bildet. Der rechts in der Figur hiervon durch eine senkrechte Kante geschiedene Flächenstreif lehnt sich an die mediale Seite der medialen Lamelle des Processus pterygoideus. *9* Processus orbitalis, *9'* dessen untere auf das Trigon. palat. des Oberkiefers sich legende Fläche. *9''* der zur Ergänzung der Orbitalfläche dienende Teil. *10* Incisura palatina (unterer Rand des Foramen sphenopalat. [For. nasale]). *11* Processus sphenoidalis. *12* unbeständige Durchbohrung der medialen Wand der Fossa sphenomaxillaris.

Fig. 68. Linker Oberkiefer in Verbindung mit dem Jochbein, Nasenbein, Thränenbein, Gaumenbein, von oben gesehen. *1* Sulcus infraorbitalis. *2* Kante zwischen, *3*, Facies infratemporalis und, *4*, Superficies orbitalis. *5* Processus sphenofrontalis des Jochbeins. *6* Naht zwischen Jochbein und Oberkiefer (Orbitalfläche). *7* Sutura infraorbitalis. *8* Crista lacrymalis (posterior) am Thränenbein. *9* Fossa lacrymalis. *10* Crista lacrymalis (anterior) am Oberkiefer. *11* Endfläche des Stirnfortsatzes des Oberkiefers mit, *12*, oberem Rand des Nasenbeins (*12'*), die Ansatzfläche für das Stirnbein bildend. *13* Thränenbein. *14* Angulus ethmolacrymalis. *15* Margo ethmoidalis des Oberkiefers. *16* Processus orbitalis des Gaumenbeins. *17* Incisura palatina. *18* Processus sphenoidalis des Gaumenbeins. *19* Vomer; *19'* Alae vomeris.

ihrer oberen Fläche am Boden der Nasenhöhle, mit ihrer unteren an der Decke der Mundhöhle liegt. Ein Frontalschnitt des Gaumenbeins giebt demnach eine Figur, die ähnlich ist der eines lateinischen L., Fig. 67.

Die horizontale Partie oder Gaumenplatte des Gaumenbeins ist etwa rechteckig. Sie besitzt einen freien hinteren, etwas konkaven Rand, der eine Hälfte des Hinterrandes des knöchernen Gaumens bildet (Fig. 69 *1*) und dessen medianes Ende in eine stumpfe Spitze rückwärts ausgezogen ist. Der mediale Rand trägt eine verschieden breite rauhe Fläche zur Verbindung mit dem gegenüberliegenden Gaumenbein der anderen Seite, die gegen die Nasenhöhle mit einer scharfen Kante, gegen die Mundhöhle mit einem verschieden hochgradig entwickelten Wulste vorspringt (Fig. 67 über und unter *3*). Die der Nasenhöhle zugekehrten Kanten beider Gaumenplatten legen sich zur Bildung einer einfachen Kante, Crista nasalis (Fig. 69 vor *1*), die der Mundhöhle zugekehrten Wülste zu einem inkonstanten Vorsprung, Torus palatinus, zusammen. Durch Zusammenlagerung der medianen, rückwärts gerichteten Spitzen des Hinterrandes beider Gaumenbeine entsteht die Spina nasalis posterior (Fig. 69 *1*). Die senkrechte Platte des Gaumenbeins ist stets breiter als die horizontale und biegt unten in das laterale Ende der letzteren über. Ihr oberer Rand ist durch einen Ausschnitt (Fig. 67 *10*), Incisura palatina, in zwei Fortsätze geteilt, einen vorderen höheren, Processus orbitalis (*9*), und einen hinteren, Processus sphe-

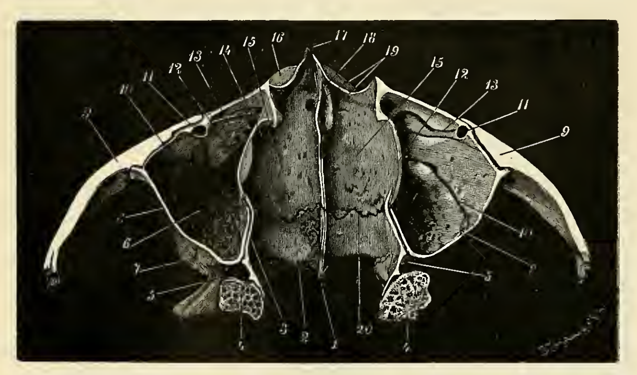


Fig. 69. Horizontalschnitt des Gesichtsschädels. Die (untere) Nasenmuschel und der Vomer sind entfernt. Die Schnittebene liegt dicht oberhalb der vorderen Mündung des Canalis infraorbitalis und unterhalb des Keilbeinkörpers. Schnittflächen weiß. *1* Spina nasalis posterior. *2* Pars horizontalis ossis palatini. *3* Schnittfläche der Pars perpendicularis des Gaumenbeins. *4* Durchschnittsfläche der Wurzel des Processus pterygoideus. *5* Fissura sphenomaxillaris. *6* Antrum maxillare. *7* Superficies infratemporalis des Oberkiefers. *8* hintere Wand der Kieferhöhle. *9* Schnittflächen der Jochbeine. *10* Nervengefäßfurche. *11* Canalis infraorbitalis (Querschnitt). *12* unterer Rand der Oberkieferöffnung der Kieferhöhle. *13* Nervenfurche, die vom Canalis infraorbitalis ausgeht. *14* Sulcus lacrymalis. *15* nasale Fläche der Gaumenplatte des Oberkiefers. *16* Vorderwand der Schneidezahnalveolen. *17* Spina nasalis anterior. *18* Crista incisiva. *19* Foramina incisiva (obere Müudungen). *20* quere Gaumennaht.

noidalis (*11*), von im einzelnen sehr variabler Gestaltung. An der Wurzel stehen beide Fortsätze in der Ebene der Pars perpendicularis, gegen ihr oberes Ende zu sind jedoch beide in entgegengesetzter Richtung mehr horizontal umgeklappt und zwar der Processus orbitalis lateralwärts, um sich auf die hintere obere Ecke des Oberkiefers aufzulegen, dessen Augenhöhlenfläche und medialen Rand er hier ergänzt (Fig. 68 *16*); der Processus sphenoidalis medialwärts, um sich der unteren Seite der Conchae sphenoidales flächenhaft anzuschmiegen (*18*). Sein medialer, als dünnes Knochenblättchen endender Rand steht dem vordersten Teile des lateralen Randes der Ala vomeris (*19'*) gegenüber.

Der horizontal umgelegte Teil des Processus orbitalis ist ursprünglich solide, von der Form einer kleinen dreiseitigen Pyramide, die sich mit ihrer abwärts schauenden rauhen Fläche auf das Trigonum palatinum des Oberkieferkörpers legt, mit ihrer lateral aufwärts schauenden glatten Fläche ganz hinten, die Augenhöhlenwand ergänzend, frei vorliegt, indem sie eine Lücke zwischen Orbitalfläche des Oberkiefers und Lam. papyracea des Siebbeins ausfüllt (Fig. 93 *9*). Die dritte Fläche des Fortsatzes lehnt sich an die hintere untere Ecke des Siebbeinlabyrinths (Fig. 52 *28*) und an die vom Siebbein gelieferten Teile (Conchae sphen.) des fertigen Keilbeinkörpers. Gegen diese Fläche dringen später Siebbeinzellen vor, höhlen den Processus orbitalis in sehr individuell wechselnder Weite aus und blähen ihn auf. Seine Höhle, Cellula palatina, ergänzt und verschließt dann die gleichnamigen des Siebbeins. Häufig verwachsen die zusammenstoßenden Ränder beider Knochen.

Die Incisura palatina wird dabei von einem Teil der Concha sphenoidalis überbrückt zu einem Loch, Foramen nasale (F. sphenopalatinum, Fig. 51 *6*, Fig. 50 *29*). Manchmal überbrückt eine eigene, die oberen Enden des Proc. orbitalis und sphenoidalis verbindende Knochenspange des Gaumenbeins selbst schon die Incisur zum Loch (Fig. 70 *6*). Dieselbe kann durch eine zweite Knochenspange in eine obere und untere Hälfte geteilt sein. Die untere Hälfte des Loches schließt an eine zum hinteren Anfang des Sulcus infraorbitalis des Oberkiefers lateral aufsteigende Furche an (Fig. 67 *9'*; 63 II, III).



Fig. 70. Linker Oberkiefer (Fig. 64b) in Verbindung mit dem Gaumenbein, von der medialen Seite gesehen; 12-jähriges Kind, natürliche Größe. Zahlenbezeichnung für das Gaumenbein: *1* Lamina horizontalis (Gaumenplatte). *2* Processus pyramidalis. *3* Lamina perpendicularis. *4* Crista turbinalis. *5* Processus sphenoidalis. *6* Incisura palatina (For. sphenopalatinum). *7* Processus orbitalis. *8* Crista ethmoidalis.

Die mediale oder Nasenfläche (Facies nasalis) der Pars perpendicularis durchzieht in horizontaler und ein wenig rückwärts abfallender

Richtung eine Leiste, Crista turbinalis (Fig. 70 *4*), an die sich die untere Nasenmuschel befestigt (Fig. 51 rechts von *35*). Eine kürzere ähnliche Leiste, Crista ethmoidalis (Fig. 70 *8*), unterhalb des Ursprungs des Processus orbitalis, dient der hinteren Spitze der unteren Siebbeinmuschel zur Befestigung (Fig. 51 unter *32*). Hinter ihr läuft eine von der Incisura palatina herabkommende breite Furche gegen das hintere Ende der Crista turbinalis hinunter (Fig. 70 *3*).

Die laterale Fläche der Pars perpendicularis wird durch eine unter der Incisura palatina breit beginnende, zwischen Knochenleisten eingefaßte, glatte, schräg vor-abwärts verlaufende Furche, Sulcus pterygopalatinus (Fig. 71 *7*) in ganzer Höhe in eine vordere und hintere Abteilung zerlegt. Im Bereich der ersteren ist die Oberfläche zunächst dem Sulcus pterygopalatinus rauh zur Auflagerung an die mediale Oberkieferwand der Kieferhöhle (Fig. 71 *5*), ein wechselnd großer Bezirk davor ist glatt und überdeckt den hintersten Teil des Hiatus maxillaris des Oberkiefers (Fig. 71 *6*). Der Vorderrand der Lam. perpendicularis bleibt zwischen der Crista ethmoidalis und turbinalis frei (Fig. 70 zwischen *3* u. *4*); abwärts von dieser stößt er zunächst mit dem hinteren Rande des Processus maxillaris der Nasenmuschel, abwärts von diesem mit dem hinteren Rande der Superficies



Fig. 71. Linkes Gaumenbein des Erwachsenen von der lateralen Seite. *1* Processus pyramidalis; *2* dessen Facette zur Verbindung mit der medialen Seite der hinteren unteren Ecke des Oberkiefers. *3* Facette, welche in Fig. 112 mit *6* bezeichnet ist. *4*—*7* laterale Fläche des Gaumenbeins: die Abteilung *4* deckt die mediale Seite des Processus pterygoideus. *5* deckt die Facies palatina des Oberkiefers, *6* den hinteren Teil des Hiatus maxillaris desselben, *7* Sulcus pterygopalatinus, oben auf die mediale Wand der Fossa sphenomaxillaris auslaufend. *8* Processus sphenoidalis. *9* Incisura palatina. *10* Processus orbitalis.

nasalis des Oberkiefers zusammen (Fig. 50 rechts von *23*, Fig. 93). Der obere breite Teil des Sulcus pterygopalatinus bildet die mediale Wand der Fossa sphenomaxillaris (Fig. 93); der untere Teil derselben legt sich mit der entsprechend verlaufenden Furche an der medialen Seite des Oberkiefers zum Canalis pterygopalatinus (Fig. 63 II *23*) zusammen, der an der lateralen Seite der Pars horizontalis des Gaumenbeins die Mundhhöhle erreicht (Fig. 65 *6 a, b*). Die rückwärts vom Sulcus pterygopalatinus gelegene Abteilung der lateralen Fläche schiebt sich gegen die Processus pterygoidei des Keilbeins vor. Sie schiebt sich einmal in ganzer Höhe mit papierdünnem hinteren Rande (Fig. 71 *4*) über die mediale Fläche des Processus pterygoideus (Fig. 69 *4*) hin, andererseits entsteht aus ihrer unteren Hälfte ein dicker, lateral-rückwärts gerichteter, pyramidenähnlicher Fortsatz (Fig. 71 *1*), Processus pyramidalis, der sich gegen die Incisura pterygoidea des Keilbeins einschiebt. An seiner hinteren Seite finden sich drei durch Kanten getrennte Facetten. Eine mediale (Fig. 67 *4*, Fig. 63 *16'*) und eine laterale (Fig. 67 *6*, Fig. 63 *16''*) nehmen die die Incisura pterygoidea begrenzenden Ränder in sich auf, die mittlere (Fig. 67 *5*, Fig. 63 *16'*) füllt den Einschnitt

selbst aus und ergänzt in dessen Bereich die Vorderwand der Fossa pterygoidea.

Die laterale Fläche des Proc. pyramidalis ist rauh zur Anlehnung an den hinter dem Sulcus pterygopalatinus befindlichen Teil der medialen und hinteren Fläche des Oberkieferkörpers. Die untere Fläche erscheint lateral rückwärts vom hinteren Rande der Pars horizontalis (Fig. 65 a), zwischen Oberkiefer und Processus pterygoideus. Unmittelbar neben der Pars horizontalis ist der Pyramidenfortsatz von zwei bis drei durch unregelmäßige Leisten voneinander getrennten Löchern durchbohrt, Foramina palatina posteriora (Fig. 65 a *5*). Sie sind die unteren Oeffnungen gleichnamiger Nervenkanäle, die ihren Anfang im Sulcus pterygopalatinus nehmen (Fig. 63 II *22* und darunter).

Varianten (in Handbüchern der Anatomie): Hyrtl sah die Pars horizontalis von der Pars verticalis des Gaumenbeins durch eine Naht getrennt; derselbe fand zuweilen die mediane Partie der Pars horizontalis durch Fortsätze der Gaumenplatte des Oberkiefers substituiert. — Die Pars perpendicularis wird nicht selten von einem schiefen Kanälchen oder Loch durchsetzt.

Der Processus orbitalis kann durch Teile des Oberkiefers (Walter) oder des Siebbeins (Mayer) ersetzt oder bis zum Stirnbein hinauf verlängert (Gorgone) getroffen werden. Der Proc. pyramidalis kann mit dem Oberkiefer verwachsen oder durch ihn ersetzt sein (Sömmerring). Das Foramen sphenopalatinum hat höchst variable Größe. An Stelle eines größeren Loches können zwei bis viele kleinere auftreten (Sappey, Henle, Romiti).

Rambaud und Renault finden für das Gaumenbein 2 Hauptknochenpunkte, die an der medialen Seite des Canalis pterygopalatinus miteinander verwachsen und accessorische für den Proc. sphenoidalis und orbitalis. Die meisten Anatomen finden bloß einen Knochenpunkt (Kölliker, Entwickelungsgeschichte, die neueren Lehrbücher der Anatomie Quain, Romiti, Sappey).

Killerman, *Die Bildung und Gröſsenentwickelung des Gaumenbeins, Arch. f. Anthropol.* 22. *Bd.* 1893, 408—410. (*Litteratur.*)
Rambaud *u.* **Renault** *l. c.*, *s. S.* 110.

3. Das Thränenbein, Os lacrymale.

Englisch: the lacrymal bone; Französisch: L'os unguis; Italienisch: L'osso lacrymale.

Das Thränenbein kann seiner Lage und Entwickelung nach als eine Vervollständigung des lateralen Abschlusses der Siebbeinzellen vorn von der Lamina paypracea, mit deren vorderem Rande es zusammenstößt, betrachtet werden. Es stellt eine meist durchscheinend dünne Knochenplatte dar, die aus zwei mit der längeren Seite senkrecht gestellten und in ganzer Länge winklig gegeneinander abgeknickten Abteilungen, einer vorderen und einer hinteren, besteht. Die Linie der Abknickung erscheint an der medialen Fläche des Knochens als Furche, an der lateralen Fläche als eine senkrechte, vorwärts leicht konkave, von oben nach unten in wechselnd hohem Grade an Höhe und Schärfe zunehmende Leiste (Fig. 72 *1*), Crista lacrymalis (posterior). Das untere Ende derselben erhebt sich oft geradezu zu einem blattförmigen, vorwärts umgelegten und mit der Kante hackenförmig auf-

wärts gebogenen, zugespitzt endenden Fortsatz, Hamulus lacrymalis, Hakenfortsatz (Fig. 72 *4*), dessen oberer Rand aus dem Rand der Crista lacrymalis hervorgeht, während der untere rauh ist und sich auf die Incisura lacrymalis des Oberkiefers stützt. Die hinter ihr gelegene Fläche heißt Facies orbitalis des Thränenbeins. Beide Abteilungen des Thränenbeins sind entsprechend dem Uebergang der medialen in die untere Augenhöhlenwand lateralwärts konkav. Die hintere Abteilung ist meistens breiter, aber kürzer; die vordere ist abwärts über dieselbe hinaus verlängert (Processus lacrymalis), in ganzer Länge zum Sulcus lacrymalis rinnenförmig an ihrer lateralen Seite ausgehöhlt, um am unversehrten Schädel die hintere Hälfte der medialen Begrenzung des Thränenkanals bilden zu helfen. Die mediale Fläche des Thränenbeins ist durch niedrige Leistchen in flache Zellen eingeteilt, die den Cellulae lacrymales des Siebbeins zugekehrt sind und dieselben hier schließen.

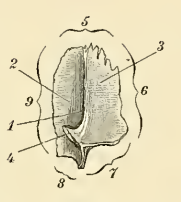


Fig. 72.

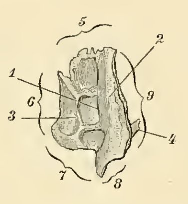


Fig. 73.

Fig. 72. Thränenbein, von der lateralen, II von der medialen Seite besehen. *1* Crista lacrymalis [posterior]. *1'* (in II) winklige Knickung entlang dem Ursprung der Crista lacrymalis. *2* vordere Partie des Thränenbeins, Wand der Thränenrinne [Sulcus lacrymalis in I]. *3* hintere Partie; an der medialen Fläche (in II) mit niedrigen Leisten für die Wände der Siebbeinzellen (Cellulae lacrymales). *4* Hamulus lacrymalis. *5* Margo frontalis. *6* Margo ethmoidalis. *7* Margo maxillaris. *8* Margo turbinalis. *9* Margo maxillaris.

Der hintere Rand des Thränenbeins verbindet sich mit dem vorderen der Lamina papyracea des Siebbeins in einer Naht von öfters unregelmäßigem Verlauf (Fig. 93).

Der untere Rand zerfällt in vier meist glatt verlaufende Stücke. Das der hinteren Abteilung des Knochens zugehörige stützt sich auf den Margo lacrymalis, das dem Hamulus angehörige auf die Incisura lacrymalis des Oberkiefers; die untere Umrandung der vorderen Abteilung fügt sich hinten an die Lunula lacrymalis (Fig. 52 *22*), unten an den Processus lacrymalis der unteren Nasenmuschel (Fig. 51 *27*, *30*). Der Vorderrand ist in ganzer Länge mit dem Margo lacrymalis des Oberkiefers, der obere Rand mit dem gleichnamigen Randstück des Stirnbeins verbunden.

Der untere Rand des Thränenbeins liegt in allen Fällen weiter nach unten vorgeschoben als der der Lamina papyracea.

Varianten. Das Thränenbein wechselt sehr in Bezug auf seine Größe; bei Reduktion derselben können Schaltknochen an seinem Rande oder weitere Vorschiebung der Ränder der Nachbarknochen den fehlenden Teil ergänzen. Manchmal findet man besonders den hinteren Teil des Knochens gespalten, zersplittert oder durchlöchert, manchmal mit so vielen weiten Lücken versehen, daß das Gerüst der Siebbeinzellen frei vorliegt. Die Crista lacrymalis kann fast verstrichen sein, der Hamulus lacrymalis kann von Blutgefäßlöchern durchbohrt sein, er kann fehlen (61 Proz. der Fälle [Thomson]), aber auch andererseits ungewöhnliche

Größe erlangen, so daß er den ganzen Eingang zum Thränenkanal unten umsäumt und davor sich an der Bildung des unteren Augenhöhlenrandes beteiligt. In letzterem Verhalten sieht Mayer (1852) und Gegenbaur eine Tierähnlichkeit, da bei Tieren das Thränenbein (mit einer Pars facialis) an dem Aufbau der vorderen Gesichtsfläche teil nimmt, s. Fig. 95 *19'*. Der untere Rand des Thränenbeins erreicht manchmal den Fortsatz der unteren Muschel nicht. Zwischen beiden kann ein Schaltknochen auftreten. Eine horizontale Naht trennt das Thränenbein in obere und untere Hälfte. Je mehr die das Thränenbein einschließenden Ränder des Stirnbeins und Oberkieferkörpers sich einander nähern, um so mehr erhält dasselbe einen halbkreisförmig verlaufenden hinteren Rand und erscheint rudimentär. W. Gruber sowie Thomson geben an: das Thränenbein kann fehlen, durch Verbreiterung des Processus frontalis des Oberkiefers ersetzt sein. In der Naht zwischen Siebbein und Thränenbein finden sich zuweilen ein oder mehr Schaltknochen (Ossic. ethmolacrymale); falls diese mit dem Oberkiefer und Stirnbein und eventuell zugleich unter sich verwachsen, wird das Siebbein vom Thränenbein gänzlich getrennt, Oberkiefer und Stirnbein erscheinen dazwischen miteinander verwachsen (wie beim Gorilla und Chimpanse [Regnault]).

Ein in Form und Größe sehr variierendes, in über 50 Proz. aller Fälle vorhandenes Knöchelchen, welches unterhalb des Hamulus lacrymalis die Wand des Thränenkanals und zuweilen die untere Wand der Orbita ergänzt, fand Rousseau. Nach Gruber ist es vom 7. Fötalmonat bis etwa zum 20. Lebensjahre selbständig, nachher verwächst es gewöhnlich mit den Nachbarknochen. Dasselbe ist nicht zu verwechseln mit dem von Beclard gefunndene und von Cloquet (Anatomie descriptive) beschriebenen Knochenstückchen, welches zuweilen zwischen die vom Jochbein und Oberkiefer gelieferten Teile des unteren Augenhöhlenrandes eingeschaltet ist (Apophyse maxillaire).

Luschka bezeichnet als Nebenthränenbein einen zwischen Stirnfortsatz des Oberkiefers und Thränenbein eingefügten länglichen Schaltknochen, den auch Mayer und Budge [in 184 Fällen 6 mal] fand. W. Gruber erwähnt einer Abtrennung des hinter der Sutura imperfecta des Stirnfortsatzes des Oberkiefers gelegenen Teils von letzterem, die von Weber beobachtet wurde. Letzterer nannte das in dieser Weise abgesprengte Stück Lacrymale externum und verglich es dem 2. Thränenbein der Amphibien.

Der Hamulus lacrymalis weicht zuweilen, wie Schwegel mitteilt, von seiner normalen Richtung ab, so daß er den Eingang in den Thränenkanal in zwei Abteilungen teilt, oder steht zu hoch und fehlt dafür der normalen Stelle; oder ist doppelt, so daß einer an der normalen Stelle, der zweite oberhalb derselben aus der Crista lacrymalis des Thränenbeins hervortritt.

Litteratur.

Bianchi G. *e* **Marimo, F.**, *Anomalie dell' osso lacrimale ect.*, *Atti R. acad. di fisiocritici di Siena* 1894.

Bianchi, S., *Sulle varietà dell' osso unguis e sulle ossa accessorie della fossa lacrimale e del canale nasale dell'uomo*, *Gazetta delle ospedali* 1886 *No.* 93—98.

Budge, Jul., *Das Nebenthränenbein Luschka's*, *Zeitschr. f. rationelle Medizin* 1859, 278.

Gegenbanr, C., *Ueber die Pars facialis des Lacrymale des Menschen*, *Morphol. Jahrb.* 7. *Bd.*

Gruber, W., *Seltene Beobachtungen aus dem Gebiete der menschlichen Anatomie*, *Müller's Arch.* 1848, 412—416.

Derselbe, *Bulletin physico-mathématique de l'Académie des sciences de St. Pétersbourg T.* 8, 1850, 204 *ff.*

Luschka, *Das Nebenthränenbein des Menschen*, *Müller's Arch.* 1858, 304—308.
Mayer, *Das Nebenthränenbein*, *Müller's Arch.* 1860, 264.
Derselbe, *Ueber das Auge der Cetaceen nebst Bemerkungen über das Auge des Menschen und der Tiere*, *Bonn* 1852 (*Henry u. Cohn*).
Regnault, *Suture lacrimoethmoidale. Bullet. d. l. société d'anthropologie de Paris* 1894 *p.* 413.
Rousseau, E., *Description d'un nouvel os de la face chez l'homme*, *Annales des sciences naturelles T.* 17, 1829, 86.
Thomson, A., *The orbitomaxillary frontal suture in man and the apes with notes on the variety of the human lacrymal bone*, *Journ. of Anat. and Physiol. Vol.* 24, 1890, 349 (*III*).
Schwegel, A., *Knochenvarietäten*, *Zeitschr. f. rationelle Medizin* 3. *R.* 5. *Bd.* 307.

4. Das Nasenbein, Os nasi, Nasale.

Englisch: The nasal bone; Französisch: L'os propre du nez; Italienisch: l'osso nasale.

Die Nasenbeine stoßen in der Medianlinie in einer meist geraden oder wenig geschlängelten Naht zusammen und füllen die viereckige Lücke aus zwischen Margo nasalis des Stirnbeins und den Proc. nasales des Oberkiefers (Fig. 60 *2*). Ihr unterer Rand begrenzt von oben her die vordere Nasenöffnung des Gesichts (Apertura pyriformis). Sie wenden ihre hintere Fläche unten der Nasenhöhle, oben dem Stirnbein zu, Nasenfläche, ihre vordere liegt frei vorn vor und bildet unten den am meisten nach vorn vorspringenden Teil des Gesichts, Gesichtsfläche. Wegen dieser exponierten Lage besitzen sie ziemlich große Festigkeit.

Für sich betrachtet, stellt jedes Nasenbein eine etwa trapezförmige Knochenplatte dar, die beim Erwachsenen mehr länglich ist, beim Kinde mehr der Quadratform (Fig. 59) sich nähert, übrigens viele individuelle Schwankungen aufweist. Sie ist oben dicker und meist schmäler, wird unten breiter, zunächst der Apertura pyriformis endet sie schließlich ziemlich dünn und scharfrandig. Die Gesichtsfläche ist in querer Richtung konvex, in der Richtung von oben nach unten im oberen Drittel sanduhrförmig eingebogen und durch einen entsprechenden flachen Ausschnitt des lateralen Randes mehr oder weniger verschmälert.

Die hintere (Nasenfläche) zeigt in querer Richtung mit Ausnahme ihres obersten Teils stärkere Konkavität, als der Wölbung der Gesichtsfläche entspricht, und bildet im ganzen eine mit grösserer Breite des Knochens abwärts flacher werdende Rinne. Aufwärts von der schmalsten Partie des Knochens macht die Aushöhlung der Nasenfläche einem rauhen Felde Platz, welches sich an die Vorderseite des Proc. nasalis des Stirnbeins anlehnt und ohne Grenze in eine quer abgestutzte rauhe Endfläche übergeht, die den oberen Rand (Margo frontalis) des Nasenbeins bildet und sich mit dem Margo nasalis des Stirnbeins verbindet (Fig. 51 *24* und *19*, *22*). Von den Rändern des Nasenbeins ist der laterale gegen den medialen abwärts verschoben, so daß die lateralen Enden sowohl des konvexen oberen, als auch des konkaven unteren Randes tiefer stehen als die medialen (Fig. 60). Der untere Rand ist manchmal mit einem Einschnitt versehen, von dem zuweilen eine Spalte aufwärts geht. Gegen das obere Ende werden die seitlichen Ränder immer dicker. Der laterale ist dabei auf Kosten der Gesichtsfläche verbreitert und fügt sich an die mediale Seite des Vorderrandes des Stirnfortsatzes des Oberkiefers.

Der mediale Rand ist an der Stelle, wo er mit der Nasenfläche zusammenstößt, rückwärts in eine ziemlich hohe Kante erhoben, die mit der entsprechenden des anderen Nasenbeins zusammen sich unten auf den Vorderrand der Lam. perpendicularis des Siebbeins, oben die Spina nasalis des Stirnbeins stützt (Fig. 68 *11, 12*; Fig. 49).

Eine konstante Nervenfurche (N. ethmoidalis) findet sich abwärts vom Verbindungsfeld für den Processus nasalis des Stirnbeins auf der nasalen Fläche und verläuft abwärts, manchmal geteilt gegen den Einschnitt des unteren Randes. Ein, seltener mehrere größere Ernährungslöcher für Gefäße treten von der Gesichtsfläche in den Knochen ein.

Die Nasenbeine entstehen als Deckknochen an der vorderen Seite der Pars nasalis des Ethmoidalknorpels, der sich bis nach der Geburt hinter ihnen erhält und unterhalb der Nasenbeine in die knorpelige Fortsetzung des Nasenrückens, Cartilago triangularis, übergeht.

Varianten des Nasenbeins sind sehr zahlreich und bilden teilweise Rasseneigentümlichkeiten.

Als seltene Vorkommnisse findet van der Hoeven: 1) Fehlen beider Nasenbeine (wie beim Orang) oder eines Nasenbeins und Ersatz des Ausfalls durch Verbreiterung der Stirnfortsätze des Oberkiefers; 2) rudimentäre Entwickelung, insofern die Nasenbeine nicht bis zum Stirnbein hinaufreichen und oberhalb derselben die Stirnfortsätze des Oberkiefers in einer Naht zusammenstoßen (häufiger bei Bewohnern von Borneo); 3) Synostose beider Nasenbeine; 4) Trennung beider Nasenbeine durch die dazwischen vorgeschobene Lamina perpendicularis des Siebbeins (bei Malayen, Javanern, Europäern).

Zwei zuweilen im oberen Winkel der Apertura pyriformis, am Unterrand der Nasenbeine symmetrisch auftretende Knöchelchen (Os internasale) deutet Mayer als Analoga der Rüsselknochen der Tiere, während Valenti überzählige Knöchelchen am unteren Rand der Nasenbeine, medial vom Stirnfortsatz des Oberkiefers als Reste eines oberen Teiles der Pars nasalis, des Zwischenkiefers ansieht. Schaltknochen in der Stirnnasenbeinnaht sind selten.

Weitere Angaben s. auf S. 284; s. auch Schädel als Ganzes (Gesichtsteil).

Litteratur.

Hyrtl, *Schaltknochen des Nasenrückens*, *Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilk.* 1861 *No.* 49.

Mayer, *Arch. f. physiol. Heilk.* 8. *Bd.* 1849, 235.

Valenti, G., *Sur des os surnuméraires du dos du nez*, *Archives italiennes de biologie* (*Auszug aus dem Berichte des XIV. Congrès de l'Association médicale Italienne*) *T.* 16, 1891 *p. IX.*

Derselbe, *Ossa supernumerarie del naso di un ladro*, *Archivio di psichiatria, scienze penali e antropologia criminale Vol.* 13, 1892 *Fsc.* 1, 110.

van der Hoeven, *Formabweichungen der Nasenbeine*, *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool.* 11. *Bd.* 1862, 138—141.

5. Vomer, Pflugscharbein.

(Ueber die Verbindungen des Vomer vergl. Fig. 49 *54a*; *68.*)

Das Pflugscharbein bildet beim Erwachsenen eine fünfseitige, senkrecht gestellte, vorn verschmälerte, unten einfache, in den oberen Abteilungen aus zwei Blättern, die eine schmale und tiefe Spalte einschließen (Fig. 73 *3*), bestehende Knochenplatte. Von den Rändern

des Knochens ist der hintere scharf, glatt, mit keinem Knochen verbunden und am unversehrten Schädel als hinterer Rand der Scheidewand der Choanen (hinteren Nasenöffnungen) sichtbar (Fig. 74 *5*). Der untere Rand (Fig. 49 *6*) verbindet sich mit der Crista nasalis des harten Gaumens, die hinten von den Gaumenbeinen, vorn von den Oberkiefern gebildet wird. Hinten reicht die Verbindung bis zur Spina nasalis posterior. Vorn endet sie oberhalb der Canal. incisivi am Grunde des steilen Hinterrandes der Crista incisiva. Mit diesem stößt der vordere, zugleich kürzeste Rand des Vomer zusammen (Fig. 74 *7*).

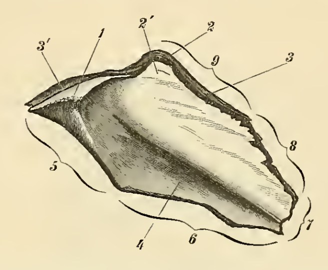


Fig. 74. Typisches Pflugscharbein des Erwachsenen. *1* Ala vomeris. *2* linkes, *2′* rechtes Blatt der oberen Vomerhälfte. *3* Spalte zwischen beiden, *3′* Furche zwischen den Alae. *4* Furche an der Grenze des einfachen und doppelblätterigen Teiles. *5* freier, hinterer Rand des Vomer. Verbindungsränder: *6* mit der Crista nasalis; *7* mit dem Hinterrand der Crista incisiva des Oberkiefers. *8* und *9* Ränder, die den Knorpel resp. den Unterrand der Lamina perpendicularis des Siebbeins umfassen: *8* verbunden mit dem rein knorpeligen Nasenseptum, *9* berührt die knöcherne Partie der Lamina perpendicularis.

Der von der Vorderecke des Keilbeinkörpers zur oberen, hinteren Ecke der Crista incisiva schräg vor-abwärts verlaufende (zweiblätterige) Rand (Fig. 74 *9* und *8*) verbindet sich vorn mit dem knorpeligen, hinten mit dem knöchernen Teil der vom Ethmoidale herabhängenden Lamina perpendicularis in einer gleich näher zu erörternden Weise.

Der obere Rand ist hinten verdickt, unten an dem Keilbeinkörper unverwachsen angefügt durch eine Furche, die die mediane Firste unter dem Keilbeinkörper bis zur unteren Seite des Rostrum sphenoidale in sich aufnimmt, geteilt in zwei wechselnd kräftige, hinten in horizontale Lage auseinander geklappte Fortsätze, Alae vomeris (Fig. 74 *1*). In typischen Fällen endet jeder hinten mit einer eigenen, kurzen Spitze und hängt vorn mit je einem Blatt des oberen (Siebbein-) Randes zusammen. Der laterale, sagittale Rand der Alae steht hinten, dem Rande des sog. Processus vaginalis, des Processus pterygoideus (Fig. 89 *52′*, *58*), vorn dem des Processus sphenoidalis des Gaumenbeines gegenüber (Fig. 68 *19′ 18*). Mit letzterem kann er verwachsen getroffen werden. Ueber die Flächen des Vomer zieht jederseits eine Furche (Fig. 49) (in welcher der Nervus nasopalatinus zum Foramen incisivum zieht). Sie läuft genau entlang der Grenze, wo der zweiblätterige Teil des Knochens in die einfache untere Abteilung übergeht, und ist dadurch bedingt, daß die beiden Blätter der oberen Abteilung etwas auseinandergedrängt sind. Bei schön entwickelten Nasenscheidewänden füllt ein Rest der knorpeligen Pars perpendicularis des Siebbeines die Spalte zwischen den Blättern aus.

Bei den häufig vorkommenden, seitlichen Verbiegungen der Nasenscheidewand (siehe dort) bildet sich sehr gewöhnlich Atrophie des

einen der Vomerblätter aus. Man trifft es dann am macerierten Schädel zersplittert oder durchbrochen; das andere Vomerblatt kann gleichzeitig hypertrophische und mannigfache Abweichungen von der typischen Form zeigen.

Ursprünglich ist der Vomer bloß als ein den unteren freien Rand der Lamina perpendicularis umfassender, glatter, halbröhrenförmiger aus zwei symmetrischen Anlagen in der achten Fötalwoche verwachsener Deckknochen angelegt, unter welchem durch die Nasenhöhlen beider Seiten mit einander in Verbindung stehen. Während zuerst beide aufwärts gerichteten Ränder der halbröhrenförmigen Knochenanlage als Blätter des Vomer jederseits neben der knorpeligen Lamina perpendicularis in die Höhe wachsen (Fig. 54 a) und unten durch eine horizontale Platte zusammenhängen, bildet sich erst viel später, mit der Höhenzunahme der unteren Abschnitte der Nasenhöhle der abwärts von ersteren gelegene einblättrige, untere Teil des Vomer und durch diesen eine Beziehung desselben zum Gaumen und durch die Crista incisiva (os sous vomérien, Rambaud und Renault) eine indirekte Beziehung zum Zwischenkiefer aus, wodurch die Scheidung der unteren Abschnitte der Nasenhöhle durch Skeletteile zustande kommt. Der untere Rand des Vomer stützt sich dann von oben auf die zur Crista nasalis aufgeworfenen medianen Ränder der Gaumenplatten der Oberkiefer und Gaumenbeine. In seltenen Fällen schiebt er sich zwischen diesen Teilen durch bis gegen die Mundhöhle vor (Killermann, siehe auch unten bei Gaumen).

Ueber die Entwickelung des Vomer (s. S. 286).

Zwischen Alae vomeris und Unterseite des Keilbeinkörpers werden inkonstante, sagittale Kanäle, Canales vomero-sphenoidales, eingeschlossen, ein mittlerer für Gefäße, ein lateraler, oberer entlang der Spalte zwischen Ala vomeris und Processus vaginalis für den einen Schlundnerven des Ganglion sphenopalatinum ein lateraler unterer (Canalis pharyngeus accessorius, accessorisch zum Canalis Vidianus), der unter dem Processus vaginalis gelegen, von der Ala vomeris mit verschlossen wird (Krause).

Litteratur.

Cleland, *Philosophical Transactions 1* 1862, 152. *Bd.* 289 *ff.*

Killermann, *Ueber die Sutura palatina transversa und eine Beteiligung des Vomer an der Bildung der Gaumenfläche des Menschen, Arch. f. Anthropol.* 22. *Bd.* 1894, 393—424.

Krause, W., *Handb. der Anatomie des Menschen* 3. *Bd.* 1880, 63 *u.* 71.

6. Das Jochbein, Os zygomaticum (s. jugale).

(Syn. Wangenbein, Os malare.)

Englisch: The malar bone; Französisch: L'os malaire; Italienisch: L'osso malare (Zigomatico).

Das Jochbein bildet jederseits den am stärksten vorspringenden Teil des Gesichtes und ist ein sehr fester Knochen des menschlichen Gesichtsschädels. Während es bei den meisten Säugetieren einfach zwischen Oberkiefer und Jochfortsatz des Schläfebeines eingeschaltet ist und den Bogen schließen hilft, der im Niveau der Ebene der Schädelbasis die Schläfengrube von außen her umspannt (Arcus zygomaticus, Jochbogen, Fig. 1), entwickelt es bei Primaten und dem Menschen nach dem 5. Fötalmonat außerdem noch einen starken,

dreikantigen Fortsatz, Processus spheno-frontalis (Fig. 60 oberhalb *20*, 75 *1*), zur Verbindung mit dem Stirn- und Keilbein aufwärts.

Von den drei Kanten dieses Fortsatzes liegt eine vorn, Margo orbitalis (Fig. 60 *21*, 1 7), und bildet einen seitlichen Teil des Vorderrandes der Augenhöhle: die beiden anderen sind abwärts zu Platten erhöht, deren eine medial-, eine lateral-rückwärts gerichtet ist (Fig. 68 *5*). Jene verbindet sich durch einen rauhen Rand, Margo sphenofrontalis (Fig. 75 *2*), mit der Crista zygomatica des Keilbeines und Processus zygomaticus des Stirnbeines und hilft die Augenhöhle von der Schläfengrube trennen; diese besitzt einen freien, hinteren Rand, Margo temporalis (Fig. 75 *4*, 60 *1*), der zuweilen zu einer stumpfen Zacke ausgezogen ist, Processus marginalis (Sömmerring, s. u.), und umfaßt von der lateralen Seite ein Stück der Schläfengrube.

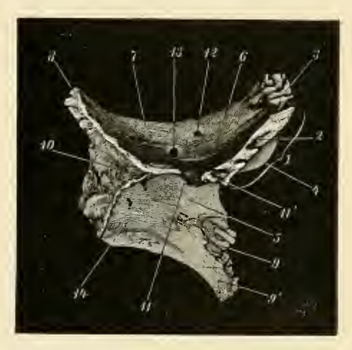


Fig. 75. Rechtes Jochbein von der medialen Seite und hinten. *1* Processus sphenofrontalis. *2* Margo sphenoidalis. *3* Margo temporalis (Processus marginalis). *5* Facies temporalis. *6* Facies orbitalis. *7* Margo orbitalis. *8* Angulus maxillaris. *9* Processus temporalis. *10* Margo maxillaris. *11* glattes Randstück zwischen Margo sphenoidalis und maxilloorbitalis. *12* Eingang in den Canalis zygomaticofacialis. *13* Eingang in den Canalis zygomaticotemporalis. *14* Margo massetericus. Die gedachte Verbindungslinie *8*—*9'* steht in natürlicher Lage horizontal.

Die Kanten sowie die durch sie abgegrenzten drei Flächen des Fortsatzes setzen sich kontinuierlich auf die unteren Teile des Jochbeins fort. Dabei werden die Flächen nach den Gegenden benannt, an denen sie am unversehrten Schädel zu Tage treten. Die am Processus sphenofrontalis ebenso wie am Jochbein überhaupt unterschiedenen freien Flächen sind: eine hintere, der Schläfengrube zugekehrte Schläfenfläche, Superficies temporalis (Fig. 75 *5*), eine laterale, Gesichtsfläche (Wangenfläche), Facies facialis (s. malaris, Fig. 60), und eine mediale, Augenhöhlenfläche, Facies orbitalis (Fig. 75 *6*). Letztere beiden stoßen entlang einer stark konkav ausgeschnittenen, stumpfen und platten Kante, die den lateralen und unteren Quadranten des Augenhöhlenrandes bildet, dem schon erwähnten Margo orbitalis, zusammen (Fig. 75 7). Die Gesichtsfläche sowie die laterale Abteilung der Schläfenfläche werden von der viereckigen Wangenplatte, Pars malaris (Fig. 60 *20*) des Jochbeines getragen. Die von dieser in winkeliger Stellung entlang dem Orbitalrand abgehende Platte, welche die Orbitalfläche und die mediale Hälfte der Superficies temporalis trägt, heißt Orbitalplatte, Pars orbitalis (Fig. 60 *19*).

Die Wangenplatte kehrt von ihren vier Ecken eine, die an den Processus zygomaticus des Oberkiefers lateral anschließt, nach unten; zwei liegen in horizontaler Ebene, nämlich eine hintere, die zum Processus temporalis, die vordere, die zum Processus

maxillaris ausgezogen ist. Die obere Ecke geht in den Processus sphenofrontalis über.

Der Processus temporalis trägt oben eine konkave, rauhe Fläche bis an sein hinteres, zugespitztes oder quer abgestutztes Ende zur Verbindung mit dem Jochfortsatz des Schläfebeines, dessen obere und untere Kante an den anschließenden Teilen des Jochbeines ihre Fortsetzung finden. An die obere Kante schließt sich der rück-aufwärts konkave Margo temporalis, an die untere der untere Rand der Wangenplatte. Letzterer ist durch Wülste und Furchen, die manchmal auf die Gesichtsfläche übergreifen, buckelig und rauh für den Ansatz des Musculus masseter, Margo massetericus (Fig. 75 *14*).

Er verläuft in natürlicher Lage schräg vor-abwärts, an Dicke zunehmend und stößt in stumpfem Vorsprung des Angulus inferior, oberhalb dessen manchmal ein höckerartiger Vorsprung der Gesichtsfläche (Tuberositas malaris) sich findet, mit einem mehr zackigen vor- und wenig aufwärts ziehenden Randteil der Wangenplatte zusammen, der sich an die Gesichtsfläche des Oberkiefers anschließt (Fig. 60, Fig. 59). Oberhalb dieses Randstückes findet sich ein dreiseitiges, an der medialen unteren Seite des Jochbeines gelegenes, rauhes Feld, Superficies maxillaris (Fig. 75 *10*), welches sich mit dem korrespondierenden, rauhen Felde des Processus zygomaticus des Oberkiefers zu verbinden bestimmt ist. Das vordere Ende des Margo maxillaris trifft den Augenhöhlenrand in der Spitze des Processus maxillaris (Fig. 75 *8*).

Die Gesichtsfläche ist hinten und oben glatt, meist schwach sattelförmig, unten wulstig und rauh. Die glatte Orbitalfläche, konform dem Orbitalrand in senkrechter, aber auch in horizontaler Richtung schwach konkav, von sehr wechselnder, dem durch sie zu ergänzenden Teil der Augenhöhlenwand entsprechender Größe, besitzt zwei rauhe Randabteilungen, den Margo fronto sphenoidalis zur Verbindung mit dem Keilbein und Stirnbein und den Margo maxilloorbitalis zur Verbindung mit der Orbitalfläche des Oberkiefers (Fig. 75 *10*), welche in stumpfer Kante zusammenstoßen oder hier durch ein kurzes, glatt verlaufendes Zwischenstück (Fig. 75 *11*) voneinander getrennt sind. Wenn letzteres vorhanden ist, beteiligt es sich an der Umrandung der Fissura orbitalis inferior*).

Während der obere Randteil zur Verbindung mit dem Processus zygomaticus des Stirnbeines dick und durch senkrechte Zacken zerklüftet ist, wird er abwärts schärfer. Der untere Randteil, Margo maxilloorbitalis, ist auf Kosten seiner unteren Fläche zu einer dünnen Lamelle zugeschärft, die das Planum orbitale des Oberkiefers vervollständigt (Fig. 75 zwischen *8* und *11*). Die Schläfenfläche des Jochbeines ist im allgemeinen glatt an der Hinterseite des Processus sphenofrontalis je nach der Größe des zwischen 60° und 80° schwan-

*) Das glatt verlaufende Randstück steht meist derart rechtwinklig zum Verlauf der rauhen Abteilungen, daß hier eine seiner Länge entsprechende, plötzliche Breitenabnahme der unteren Hälfte der Orbitalplatte stattfindet. Es ergänzt die hinter der Spina zygomatica des Oberkiefers gelegene Randpartie der Fissura orbitalis inferior. Es fehlt, wenn die untere Ecke der Crista zygomatica des Keilbeinflügels mit der Spina zygomatica des Oberkiefers zusammenstößt (was nach Froment und nach Harrison bei älteren Schädeln häufiger als bei jugendlichen getroffen wird), oder wenn diese Verbindung durch einen Schaltknochen hergestellt wird.

kenden Winkels, in welchem die Wangenplatte und Augenhöhlenplatte zusammenstoßen, oben zu einer senkrechten Halbrinne zusammengekrümmt, unten dagegen nur schwach konkav. Entlang einer fast senkrechten, wenig unregelmäßigen Linie grenzt die Schläfenfläche an die dreiseitige, rauhe Verbindungsfläche für den Oberkiefer (Fig. 75 *10*).

Aus der obigen Beschreibung erhellt, daß die drei freien Flächen des Jochbeins mit je einer Seite des rauhen dreiseitigen Verbindungsfeldes für den Oberkiefer zusammenstoßen, sich von ihr wie von der Grundfläche einer schiefen Pyramide rück-aufwärts ausdehnen, um auf dem Proc. sphenofrontalis verschmälert zu endigen. Bei Neugeborenen (Fig. 59) ist dies Verhältnis wegen der gedrungeneren Gestalt des Jochbeins viel ausgeprägter als beim Erwachsenen. Dort erscheint die genannte Fläche fast plan; bei letzterem ist sie zwischen Orbital- und Wangenplatte wie ausgehöhlt und so fast ganz in der Ebene der Temporalfläche gelegen. Die hintere Ecke des Feldes entspricht dem Angulus inferior (Fig. 75 links unter *14*), die vordere dem Angulus maxillaris (*8*); die hintere (obere) wird durch Konvergenz des Margo maxillo-temporalis und -orbitalis gebildet (Fig. 75 links von *11*). Im einzelnen entspricht die Form der Fläche genau dem Abdruck der rauhen Endfläche des Proc. zygomaticus des Oberkiefers und einem etwa zwischen beiden auftretenden Schaltknochen. Der Vorderrand des Proc. zygomaticus steigt öfters vor dem Oberkieferrand der Wangenplatte ein wenig auf. In diesem Fall findet sich für seine Anlagerung eine entsprechende Rauhigkeit an letzterer, deren mediales Ende durch eine wechselnd deutliche Furche unterhalb des Orbitalrandes gegen den Processus maxillaris des Jochbeins abgesetzt sein kann.

Die Länge des Processus maxillaris ist sehr wechselnd, durchschnittlich so, daß er oberhalb des Foram. infraorbitale endet und bis hier den lateralen Augenhöhlenrand bildet; er kann indes in extremen Fällen weiter medialwärts bis zur Sutura infraorbitalis oder über sie hinweg und sogar bis zur Crista lacrymalis reichen und so den Oberkieferkörper von der Beteiligung an der Bildung des unteren Augenhöhlenrandes gänzlich ausschließen (Henle, Knochenlehre, S. 184; W. Gruber, Mém. de l'Acad. d. St. Pétersbourg, S. 7, F. 24, 1877). Selten ist das Jochbein eine kleine Strecke weit von seiner Verbindungsfläche für den Oberkiefer aus mit einer Höhle versehen, die die lateralste Ecke der Kieferhöhle ergänzt (Mayer).

Das Jochbein ist von zwei selten fehlenden Nervenkanälchen durchzogen. Beide haben ihre bald getrennte (Fig. 75 *12*, *13*), bald gemeinsame Eingangsöffnung (Canalis zygomaticus) auf der Orbitalfläche. Von ihr aus verläuft das eine Kanälchen hinter dem Orbitalrand durch den Knochen, um auf der Wangenfläche auszumünden, Can. zygomatic. facialis (Fig. 97 *7* u. 95 *1*). Das andere Kanälchen durchbohrt die Orbitalplatte und mündet an der Schläfenfläche, Can. zygomatico-temporalis (Fig. 75).

Die Kanälchen verlaufen und liegen wechselnd. Ihre Ausgangsöffnungen können sich vervielfältigen. Der Canalis zyg.-tempor. kann mit einer größeren aufsteigenden Furche beginnen und als einfaches Loch nahe der Nahtverbindung der Orbitalplatte mit der Crista zygomatica des Keilbeins oder in ihr durchtreten oder ganz im Bereich der Crista zygomatica (selten) enthalten sein. Statt eines Kanals können bis zu

drei übereinander auftreten. Der Can. zygomat. facialis kann an der Gesichtsfläche zwei bis vier Ausgänge haben, die in einer dem Orbitalrand konzentrischen Furche in einer Reihe stehen.

Ueber den Processus marginalis des Jochbeins handeln Luschka, Werfer, Panichi. Der Fortsatz ist sehr wechselnd entwickelt, meistens nur als wenig deutlicher Vorsprung, zuweilen aber zu einer starken Zacke rückwärts ausgezogen. An ihm befestigen sich einige festere Züge der Temporalfascie (Luschka). Als Rasseneigentümlichkeit ist er nicht anzusehen (Stieda).

Rudimentäre Entwickelung des Jochbeins mit Unterbrechung der Kontinuität des Jochbogens beschreiben Hamy, Zuckerkandl, Romiti. Meistens sind zugleich mit ihr noch andere Abnormitäten des Schädels vorhanden.

Das Jochbein kann durch eine horizontale Nahtspalte geteilt sein, die entweder den oberen Teil des Knochens (Processus sphenofrontalis) vom unteren Teil desselben trennt oder näher dem unteren Rande das den Oberkiefer mit dem Schläfebein verbindende Stück teilt (Sandifort, Schultz, Gruber). Zugleich kann eine direkte Verbindung vom Oberkiefer mit dem Jochfortsatz des Schläfebeins, ein Kieferschläfebogen, Arcus maxillotemporalis, ausgebildet sein. W. Gruber beschreibt einen solchen (intrajugalis) an der medialen Seite des horizontal geteilten Jochbeins, Romiti einen solchen am unteren Rande des Jochbeins. Nach Virchow findet sich das horizontal geteilte Jochbein auffallend häufig bei Japanern und Ainos, nach Harrison auch öfters bei den Bewohnern von Borneo und Spuren der Naht überhaupt nicht selten ausschließlich an der Schläfenfläche des Jochbeins erkennbar, entlang der oberen Grenze des Ansatzgebiets des Musculus masseter. Das Jochbein wird durch die Naht höher.

Das Jochbein verknöchert nach Rambaud und Renault von einem aus drei früh verschmelzenden Knochenpunkten entstandenen Ossifikationscentrum. Von den Knochenpunkten liegt einer im Bereich des Jochbogens, einer am Orbitalumfang, einer im Bereich des Processus sphenofrontalis.

Litteratur.

Amedei, *Cinque casi di divisione anomala dell'osso zigomatico nell'uomo, Archivio per l'antropologia e la etnologia Vol.* 7, 1877, 1.

Baraldi, *Dell'osso malare o zigomatico, Atti della Società Toscana di scienze etc. in Pisa Vol.* 2 *Fasc.* 1, *Pisa* 1876.

Froment, *Recherches sur plusieurs points d'anatomie, Paris* 1854, 55.

Gruber, Wenzel, *Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie, Petersburg* 1854, 116.

Derselbe, *Monographie über das zweigeteilte Jochbein, Wien* 1873. (*Litteratur früherer Fälle.*)

Derselbe, *Nachtrag zum Vorkommen eines zweigeteilten Jochbeins bei Anwesenheit des Kieferschläfebogens, Arch. f. Anat., Physiol. u. wissensch Medizin* (*Reichert u. du Bois*) 1876, 230.

Derselbe, *Anatomische Notizen* (*Arcus maxillotemporalis intrajugalis*), *Virchow's Arch.* 82. *Bd.* 1880, 460.

Hamy, *Sur une anomalie peu connue des os malaires, Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris Sér.* 3 *T.* 3, 341.

Harrison, *A clinical study of the skull, The Toner Lectures, Lecture X, Smithsonian miscellaneous Collections Smithsonian Institution, Washington* 1890.

v. Luschka, H., *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1869, 326, *Taf.* 8.

Derselbe, *Anatomie des menschlichen Kopfes, Tübingen* 1867, 271.

Mayer, A B., *Ueber das geteilte Wangenbein, Verhandl. der Berl. Gesellsch. f. Anthropol.* 1881, 330—333.

Mayer, *Prof.*, *Beschreibung eines Sin. pterygoideus u. Sin. jugalis, Schmidt's Jahrb.* 31. *Bd.* 12.
Panichi, R., *Ricerche di craniologia sessuale, Archivio per l'antropologia e la etnologia Vol.* 22, 1892.
Riccardi, *Divisione anomala dell'osso malare nell'uomo und Di un nuovo caso di divisione dell'osso malare nell'uomo, Annuario della Società dei naturalisti in Modena* 1878, 56 *u.* 151.
Romiti, G., *Una osservazione di arco maxillotemporale infrajugale e sopra la genesi della bipartizione dell'malare nell'uomo, Pisa* 1888, *Estr. di Atti della Società Toscana di scienze natural. resid. in Pisa Vol.* 10 *Fasc.* 1.
Derselbe, *Sopra la incompiutezza dell'arco zigomatico etc., Atti della Società Toscana di scienze naturali*, 1894, *T.* 14.
Sandifort, *Osservationes anatom. patholog. Lib.* 3, 113, *Taf.* 8, *Fig* 7.
Stieda, *Zur Anatomie des Jochbeins des Menschen, Reichert u. Dubois Reymond's Arch. f. Anat.* 1870, 112.
Schultz, *Bemerkungen über den Bau des normalen Menschenschädels, Petersburg* 1852, 57, *Taf.* 2, *Fig.* 3.
Virchow, R., *Ueber das geteilte Wangenbein, Korrespondenzbl. d. Dtsch. Gesellsch. f. Anthropologie etc.* 1881, 150.
Werfer, *Das Wangenbein des Menschen, Diss. Tübingen* 1869.
Zoja, G., *Sopre alcune suture craniofaciali, Nota 1, Sutura temporo-zygomatica, Bullettino scientifico Ann.* 13, 1891, 65.
Zuckerkandl, E., *Ueber rudimentäre Bildung des Jochbeins und Jochbogens, Wiener med Jahrb.* 1880, 103—123.

Entwickelungsverhältnisse.

Die Vorstadien des knöchernen Schädels.

Das zunächst an das obere Ende der Wirbelsäule anschließende Stück des schon zur Schädelregion gehörigen skeletbildenden Bindegewebes enthält in sich eine Fortsetzung der Chorda dorsalis. Vorn vom vorderen Ende der letzteren schließt sich ein weiterer vorderer Endabschnitt der Schädelregion an, in welchen also die Chorda dorsalis nicht mehr hineinreicht (prächordaler Schädelabschnitt, Kölliker).

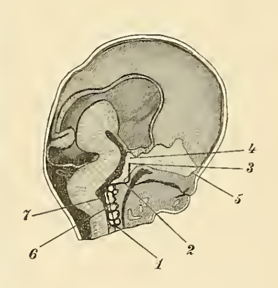


Fig. 76. Fast medianer Schnitt des Kopfes eines 2-monatlichen menschlichen Embryos 2-mal vergrößert. Das knorpelige Achsenskelet im Innern der Figur hell gehalten. Darüber und links davon in der Figur das von der Schädelkapsel eingeschlossene Gehirn; rechts und unten die die Mundrachenhöhle umgebenden Teile. In der ventralen Wand der letzteren Durchschnitte des Schlundskelets. *1* Chorda dorsalis, durch die oberen Halswirbelkörper aufsteigend. *2* Chorda dorsalis im Gebiet des Basioccipitalknorpels. *3* ihr Ende hinter der Basisphenoidregion, die von da ohne Unterbrechung mit dem Präsphenoid- und Nasenscheidewandknorpel zusammenhängt. Die Richtung des Basioccipitalknorpels ist gegen die Halswirbel und gegen den Keilbeinknorpel in stumpfen Winkeln gestellt. *4* Dorsum sellae. *5* Scheidewandknorpel der Nase. *6* Epistropheus. *7* Atlas.

Die Stelle, welche der Grenze dieser beiden Abschnitte entspricht und in sich das vorderste Chordaende enthält, entspricht im verknöchernden Schädel der Grenze zwischen dem Körper des Hinterhauptbeins und des Keilbeins (Fig. 76 *3*), deren Regionen mit Hilfe des vorderen Chordaendes sich daher schon in sehr früher Zeit voneinander abgrenzen lassen.

Höchstwahrscheinlich bilden sich in dem ganzen hinteren Abschnitt des Schädels, soweit als die Chorda reicht (chordaler Schädelabschnitt [Kölliker], vertebraler Abschnitt [Gegenbaur]), also in der ganzen Occipitalregion, die Skeletanlagen nach demselben Typus, wie im Bereich der eigentlichen Wirbelsäule, als Skeletabschnitte von Körpersegmenten. Für die kaudalen Partien der Occipitalregion ist solches bereits als sicher erwiesen anzusehen, durch Untersuchungen Froriep's, welcher fand, daß in der Occipitalregion mindestens 4 Segmente auftreten, deren einzelne Nerven nach Schwund desjenigen Teiles der segmentalen Skeletanlagen der zwischen ihnen gelegenen ist, sich später zum Nervus hypoglossus vereinigt findeu. Die dann noch restierenden Skeletanlagen finden sich später im Os occipitale vereinigt. — Diesen zweifellos nach dem Typus der Wirbelsäule aus segmentalen Abschnitten zusammengesetzten Teil des Schädels bezeichnet Froriep als spinalen Schädelabschnitt und betont, daß dieser auf die Occipitalregion beschränkte Abschnitt fundamental von dem ganzen übrigen Rest des Schädels (dem präspinalen Abschnitt) unterschieden ist, in sofern als in letzterem keine Spur von segmentalen Anlagen, die an solche der Wirbelsäule erinnern könnten, sich nachweisen ließen, derselbe vielmehr als ein vorderes nach ganz anderem Typus gebautes Endglied vor der Wirbelreihe gelegen ist.

Im spinalen Schädelabschnitt legt sich segmentweise jederseits von der Chorda Knorpel an nach demselben Typus wie überhaupt bei der Wirbelbildung, und indem die Knorpelcentren je einer Seite untereinander verwachsen, zuletzt das vierte (kaudalste) mit dem dritten (Froriep), entsteht jederseits von der Chorda ein Knorpelkomplex in Form einer länglichen Spange, der Parachordalknorpel.

Die ersten knorpeligen Anlagen im skeletbildenden Bindegewebe vorn vom Ende der Chorda dorsalis, entsprechend der präspinalen Schädelregion, sind die von Rathke entdeckten Schädelbalken, Trabeculae cranii, zwei symmetrisch gebogene Knorpelplatten beiderseits von der Hypophysis cerebri. Sie beginnen schmal hinter der letzteren am Chordaende, laufen jederseits im Bogen lateral an ihr vorbei und konvergieren miteinander vor ihr nach der Medianlinie bis zum gegenseitigen Kontakt; dann verlaufen sie zuerst noch geradlinig weiter vorwärts, biegen dann aber abwärts um (Cornu trabeculae) und enden in einem Wulst hinter den Geruchsgruben jederseits in der Nähe der Gaumenanlage. In das zwischen die embryonalen Geruchsgruben eingeschaltete Bindegewebe, Stirnfortsatz (Fig. 61) verlängern sich die beiden Schädelbalken sehr früh als senkrechte Knorpelplatten hinein (Anlage der knorpeligen Nasenscheidewand). Nachher verwachsen alle sich in der Medianlinie berührenden Teile der beiden Schädelbalken (hinter und vor der Hypophysis cerebri) zu einer einheitlichen Masse, von der aus aufwärts um die Gehirnteile, abwärts um die Geruchsgruben Knorpelblätter sich vorschieben und deren hinteres Ende mit dem knorpeligen Basioccipitale verschmilzt. Die Lücke für den Durchtritt der Hypophysis schließt sich, nachdem letztere sich vom Darmrohr abgeschnürt hat, unter ihr durch Knorpel. So entsteht eine oben offene Grube, in der die Hypophyse ruht, die Hypophysengrube. Der hintere Rand der letzteren wächst später zu einer querstehenden Platte (Dorsum sellae) in die Höhe, der vordere Rand wird zu einem Wulst (Tuberculum sellae, Fig. 57). Von den Seitenteilen des

Bodens der Grube wächst jederseits eine Knorpelplatte lateralwärts aus (Alisphenoidknorpel), die mit einem abwärts gerichteten Fortsatz (Pterygoidfortsatz d. i. laterale Lamelle des Proc. pterygoideus) versehen ist. Vor der Hypophysengrube liegt in der Mitte der Bereich des Präsphenoidknorpels, (vorderer Keilbeinkörper, Fig. 57), der sich vorwärts als eine einfache senkrechte Knorpelplatte (knorpeliges Nasenseptum) zwischen die Nasenhöhlen fortsetzt (Pars perpendicularis des Siebbeins, Fig. 77) und deren vorderer Rand sich in zwei Blätter spaltet, die, rückwärts umgebogen, die Nasengruben lateral umfassen (Anlage der Knorpel des Nasenrückens und der Seitenteile des Siebbeins) und leistenförmige Vorsprünge in letztere entsenden (Anlagen der Siebbein- und Nasenmuscheln). Lateral vom Präsphenoid und vom Augennerven entsteht jederseits der Orbitosphenoid-Knorpel.

Erst verhältnismäßig sehr spät bilden sich vom oberen Rand des Knorpels aus Knorpelbälkchen, die sich vorn vom Orbitosphenoid ausbreiten als Anlage der Pars cribrosa des Siebbeins, Fig. 57.

Die medianen Teile der spinalen und präspinalen Schädelabschnitte schließen sich zu einem kontinuierlichen kraniofacialen Achsenteil zusammen. Zwischen den lateralen Teilen beider, von der Beteiligung an der Achse aber ausgeschlossen (vielleicht infolge Ausfalls der dazu gehörigen axialen Skeletsegmente), tritt jederseits eine Knorpelbildung auf zur Umschließung der Gehörbläschen, periotische Knorpelkapsel (Fig. 57 und 77), die sich ausdehnt und die Knorpelanlage der ganzen Schläfebeinpyramiden darstellt, einschließlich der Pars mastoidea (Cartilago petrosa [und mastoidea]).

Im ganzen treten demnach 6 Knorpelcentren im skeletbildenden Bindegewebe des Schädels symmetrisch auf: Parachordalknorpel, Schädelbalkenknorpel, periotische Knorpel. Auf einer bestimmten Entwickelungsstufe findet man sie alle untereinander verwachsen zu einer ungetrennten, bindegewebig-knorpeligen Masse, dem sog. knorpeligen Primordialcranium, welches nur von Durchtrittslöchern für die vom Gehirn ausgehenden Nerven und Venen, sowie die zum Gehirn führenden Arterien durchbrochen ist. Die Lage der Nervenlöcher ist in der Tierreihe eine außerordentlich konstante und für die Abgrenzung extramedianer homologer Teile des Schädels verschiedener Tierklassen eines der wichtigsten Kriterien. Sie liegen stets an Stellen, die später in die Trennungslinien selbständig auftretender Knochenkerne fallen.

Im einzelnen haben sonst die Formen der Knorpelteile weniger allgemeines Interesse, weil dieselben nur als vorübergehende Entwickelungsformen auftreten und zur Zeit, wo die definitiven Formen der Knorpelteile erreicht sein könnten, letztere schon durch Knochenbildung vielfach ersetzt worden sind. Wo sich aber die Oberfläche des Knorpels bis zu dieser Zeit isoliert beobachten läßt, zeigt er eine Form, welche dem betreffenden Teil des fertig entwickelten Schädels sehr ähnlich ist und stellenweise sogar das Typische vollkommener zum Ausdruck bringt als der Knochen selbst. (Ich erinnere hier z. B. an die Verhältnisse des Dorsum sellae, an die Verbindung der Processus clinoidei posteriores mit den Pr. clin. anteriores, der davon abgehenden Spange zu den Proc. clinoidei medii, die alle knorpelig ausgebildet sind (Fig. 55), aber am Knochen nicht immer sich vorfinden.)

Außerdem sind bei höheren Tieren die knorpeligen Anlagen im

Schädel im allgemeinen auf den Schädelgrund beschränkt und deswegen niemals der Ausdruck der gesamten Schädelform wie bei den Knorpelfischen. Die verhältnismäßig kleinen Fortsetzungen des Knorpels in den untersten Bereich der Schädeldecke, die sich bei 4-monatlichen menschlichen Föten finden (Proc. petrosoparietalis petrosooccipitalis, Fig. 77), vergehen später vollständig ohne einer Knochenbildung als Grundlage zu dienen.

Die dem Knorpelcranium fehlenden Teile des Schädels werden durch sog. Deck- oder Belegknochen ergänzt, die sich an der Außenseite des knorpeligen oder, wo Knorpel sich überhaupt nie entwickelt, an der Außenseite des primitiven häutigen Craniums im Bindegewebe unter der Haut oder den Schleimhäuten anlegen, mit dem primitiven Knorpelskelet daher überhaupt nichts zu thun haben. Sie finden sich beim Menschen ausschließlich entwickelt in dem Bereich der Schädeldecke und des Gesichtsschädels. Die meisten derselben verwachsen schließlich mit den knorpelig vorgebildeten Knochenteilen des Schädels.

Es ist der Erwähnung wert, daß die Grenze des spinalen und präspinalen Schädelabschnitts auch einigermaßen mit der Grenze des Stammteils des Gehirns gegen die Hemisphärenblasen zusammenfällt. Minot (Embryologie, S. 468) hält es für möglich, daß unter der Voraussetzung, daß die Stelle der Hypophysis die Endstelle des primitiven Hirnkanals sei, die Schädelbalken als Auswüchse der Parachordalknorpel angesehen werden dürften, bestimmt zur Umwachsung der Hemisphärenblasen des Gehirns, also zu einer Stellung, die im allgemeinen die der Schädeldecke ist, eine Deutung, die zuerst Goette diesen Teilen gegeben hat. Ihre Lage im Niveau der Basis ist nur infolge der starken Kopfbeuge der Embryonen in ventraler Richtung entstanden und von untergeordneter Bedeutung. Dies könnte die Auffassung des Gegensatzes der chordalen und prächordalen Schädelpartie modifizieren.

Eine eingehendere Besprechung der frühesten Entwickelungverhältnisse des Schädels läßt sich von der Entwickelung des Kopfes überhaupt nicht trennen und findet ihren Platz in den neueren Handbüchern der Entwickelungsgeschichte (Hertwig, vor allem Minot; hier, sowie im Handbuch der Anatomie von Romiti findet sich die Litteratur verzeichnet). Der Gedanke, daß die Segmentierung des Achsenskelets in einer Segmentierung des Schädels ihre Fortsetzung finde, war als ein Körnchen Wahrheit wohl in der sog. Wirbeltheorie des Schädels enthalten, welche lehrte, der Schädel bestehe aus umgewandelten Wirbeln. Die Lehre hat sich aber im übrigen, auch was ihre Begründung durch rein äußere Verhältnisse anlangt, als durchaus unhaltbar erwiesen, angesichts der durch die Entwickelungsgeschichte beigebrachten Thatsachen, welche zugleich eine neue Anschauung begründen. Insbesondere ist hier anzuführen:

1) Ein großer Teil des Schädels besteht aus Deckknochen (Kölliker) oder Hautknochen (Hertwig), hat also überhaupt mit den Knochen des Achsenskelets, zu denen die Wirbel gehören, genetisch nichts zu thun.

2) Ein Teil des Schädels entstammt dem Achsenskelet (der knorpelig präformierte Teil) ist aber bereits als solcher angelegt, bevor die Segmentierung des Achsenskelets in Wirbel eintritt (Gegenbaur).

3) Bei den Amnioten fehlt in dem präspinalen Schädelabschnitt jede Spur einer Einteilung in Segmente, die an Wirbelsegmente erinnern könnten. Dagegen finden sich solche Segmente in der Occigitalregion des Schädels und sind in diese nachträglieh einbezogen worden durch

eine in kaudaler Richtung fortschreitende Assimilation von Halswirbeln zum Schädelabschnitt des Achsenskelets (FRORIEP).

Demnach ist der Schädel entstanden aus: 1) dem ursprünglichen Schädelabschnitt des Achsenskelets; 2) einem durch kaudalwärts fortschreitende Assimilation von Halswirbeln entstandenen Zuwachs (Occipitalregion); 3) aus einer Ergänzung von Seiten des Hautskelets (Deckknochen).

Die ausführlichste Abhandlung über die specielle Entwickelung des menschlichen Knorpelcraniums aus neuerer Zeit (1880) stammt von HANNOVER, wo auch sämtliche frühere Litteratur über diesen Gegenstand eingehende Berücksichtigung findet.

Litteratur.

Decker, *Ueber den Primordialschädel einiger Säugetiere, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool.* 38. *Bd.* 190.

Dursy, *Zur Entwickelungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbeltiere, Tübingen* 1869.

Froriep, A., *Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion, Arch. f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1882, 279.

Derselbe, *Zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion I, ebenda* 1883, 177, *II ebenda* 1886, 69.

Derselbe, *Bemerkungen zur Frage nach der Wirbeltheorie des Kopfskelets, Anat Anz* 1887 *No.* 21; *bezüglich der Chorda siehe in der Festschr. f. J. Henle.*

Gegenbaur, K., *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere: das Kopfskelet der Selachier, Leipzig* 1872.

Derselbe, *Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskelets, Morphol. Jahrb.* 13. *Bd.* 1887.

Hannover, *Primordialbrusken og dens Forbening etc., Det Kongl. danske Videnskabernes Selskabets Skrifter* 11. *Bd., Kjöbenhavn* 1880. (*Resumé und Tafelerklärung auch in französischer Sprache; viel Litteraturbesprechung.*)

Hertwig, O., *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.*

Derselbe, *Ueber das Zahnsystem der Amphibien u. s. w. Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. XI, Suppl.* 1874.

Huxley, Th. H., *Lectures on the elements of comparative anatomy, London* 1864.

Jakoby, M., *Beitrag zur Kenntnis des menschlichen Primordialcraniums, Arch. f. mikrosk. Anat.* 44. *Bd.* 1894, 61. (*Sehr beachtenswertes Modell des Primordialcraniums eines 3 cm langen menschlichen Embryos.*)

Kölliker, A., *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere, Leipzig* 1879, 426—484 *u. Grundrifs d. Entw., Leipzig,* 1880. (*Im ersteren Werk die Litteratur.*)

Derselbe, *Allgemeine Betrachtung über die Entstehung des knöchernen Schädels d. Wirbeltiere. Bericht d. kgl. Zootom-Anstalt in Würzburg,* 1849.

Landzert, *Ueber den Canalis craniopharyngeus am Schädel des Neugeborenen, Referat im Centralbl. d. med. Wissensch.* 1869, 178.

Minot, *Lehrb. d. Entwickelungsgeschichte des Menschen, deutsch von* S. Kästner, *Leipzig,* 1894.

v. Noorden, W., *Beitrag z. Entw. d. Knorpelkran. u. s. w. Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1887, 241.

Parker *u.* **Bethany**, *Morphologie des Schädels (deutsche Ausgabe des englischen Werks). Stuttgart* 1879.

Spöndly, *Ueber den Primordialschädel, Zürich* 1846.

Allgemeines über die Knochenbildung im Schädel.

Der fötale Schädel läßt zwei Abteilungen unterscheiden: 1) eine knorpelige Abteilung, die im wesentlichen die Schädelbasis und die Nasengegend ausmacht, 2) eine membranöse Abteilung, die das Gebiet der Schädeldecke und des oberflächlichen Knochengerüsts des Gesichts umfaßt.

Schon Ende des 2. Monats bildet der knorpelige Teil eine zusammenhängende Masse. Seine Form erinnert schon früh an die der definitiven in ihm entstehenden Knochen. Letzteres sind die an der Schädelbasis gelegenen Teile des Occipitale, Sphenoidale, Ethmoidale mit

Muschel (Turbinale), Petrosum, der Gehörknöchelchen (außer Proc. longus mallei) und des Zungenbeins. Alle diese primordialen Knochen entstehen durch Verschmelzung mehrer Verknöcherungspunkte im Innern des Knorpels selbst, lange vordem die Trennung des letzteren in den durch histologische Differenzierung von Anfang an vorgezeichneten Grenzlinien für Einzelteile sich vollzieht.

Alle anderen Knochen des Schädels sind Deckknochen, (Membranknochen), sie haben meist glatte Form, entstehen von einem oder mehreren Ossifikationscentren zwischen Bindegewebsblättern auf der häutigen Schädelpartie oder auf der äußeren Seite des Perichondriums knorpeliger Schädelteile (sog. Schienenknochen), mit dem sie genetisch nichts zu thun haben; kleine accessorische Knochenplättchen an der Peripherie kommen oft dazu.

Die Deckknochen bleiben entweder selbständig: Frontale, Parietale, Gesichtsknochen, oder verwachsen mit knorpelig präformierten: Interparietale, Conchae sphenoidales, oberer Rand des großen Keilbeinflügels, mediale Lamelle des Proc. pterygoideus, Lamina papyracea des Siebbeins, Squama und Tympanicum des Temporale, Processus longus des Hammers.

Das Endresultat ist in Bezug auf den histologischen Bau der Knochensubstanz bei Knochen beider Entstehungsarten dasselbe, da bei der Knochenbildung im Knorpel alle Teile des letzteren vollkommen der Zerstörung anheimfallen, so daß in jedem Falle der Aufbau der Knochen selbst nur durch Zellen des Bindegewebes geschieht, beim knorpelig präformierten Knochen speciell durch Zellen des Perichondriums. Indem die Bindegewebszellen Knochensubstanz erzeugen, werden sie selbst zu Knochenzellen.

1) Bildung der knorpelig präformierten Schädelknochen. Bei knorpelig vorgebildeten Knochen geht dem Verknöcherungsprozesse jedesmal eine Knorpelverkalkung voraus. Letztere wird eingeleitet, nachdem die Knorpelzellen groß, hell, durchsichtig und von mehrfachen konzentrischen Kapseln eingeschlossen sind und besteht in einer Ablagerung von Kalkkrystallen zunächst in den Kapseln, schließlich in der Zelle selbst, ausgenommen ihrem Kern, die das Licht stark reflektieren, so daß der Verkalkungspunkt im sonst durchscheinenden Knorpel als weißlich-gelber Fleck erscheint. Später löst sich die Kalkablagerung wieder auf. Gleichzeitig mit der Verkalkung im Innern des Knorpels bildet sich bereits wirkliche Knochensubstanz an der Oberfläche durch Osteoblasten des Perichondriums, welche selbst dabei zu Knochenkörperchen werden. Durch Lücken und Kanalbildungen in dem sich auflösenden Verkalkungsfleck wuchern Zellen und Gefäßschlingen vom Periost aus in diesen selbst vor und bilden, während der Knorpel und seine Zellen völlig zu Grunde gehen, in ihm Knochensubstanz und Markzellen. Demnach entstehen nicht nur die kompakteren äußeren Teile der Schädelknochen, sondern auch deren Spongiosa (Diploë) in letzter Linie einzig und allein vom Periost aus. Es ist daher unrichtig, die im Innern des Knorpels vor der eigentlichen periostalen Knochenbildung auftretenden Kalkflecke als Knochenpunkte zu bezeichnen, da dieselben keine Knochenbildungen sind, wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt.

Die Verkalkung im Innern des Knorpels dehnt sich erst bis zum Perichondrium aus; dann beginnt letzteres Knochensubstanz zu bilden, und erst jetzt entwickelt sich aus dem Verkalkungspunkt ein Ver-

knöcherungspunkt in knorpeliger Grundsubstanz. Das Perichondrium wechselt seinen Namen und heißt von nun an Periost.

Vor der Einleitung des eigentlichen Verknöcherungsprozesses läßt sich das Perichondrium leicht vom Knorpelcranium lösen; letzteres erscheint dann mit glatter Oberfläche versehen und von einer feinfaserigen, sehr dünnen Haut überzogen (Hannover), deren Bedeutung ungewiß ist. Nach Einleitung der Verknöcherung aber hängt das Periost am Knorpel fest durch die Gefäß- und Osteoblasten-führenden, in den Verkalkungspunkt eindringenden Fortsätze (Inhalt der Haversschen Kanäle, Periosteum internum). Danach ist die sog. enchondrale Verknöcherung am Knorpelcranium histogenetisch nicht wesentlich verschieden von der perichondralen (periostalen).

2) Bildung der Deckknochen. Schon die ersten Spuren der letzteren sind wirkliche Knochen, und lassen sich an Stellen, wo sie auftreten, mikroskopisch schon Knochenkörperchen nachweisen, ehe makroskopisch eine Spur von Knochen zu entdecken ist. Ein Durchschnitt durch früheste Anlagen der Deckknochen ergiebt drei bindegewebige zusammenhängende Blätter, in deren mittlerem zuerst Knochenstrukturen, unter Bildung amorpher (niemals wie bei der Knorpelverkalkung krystallinischer) Verbindungen mit Erdalkalien auftreten. Vom einen Ausgangspunkt breitet sich jedesmal die Knochenbildung in Form eines Netzwerks von Knochenbälkchen weiter aus, deren Hauptrichtungen später deutlich strahlen- oder radienförmig stehen und durch quer dazu gestellte feinere Bälkchen sich miteinander verbinden. Die zwischen den Knochenbälkchen gelegenen Lücken sind von Bindegewebe und Gefäßen ausgefüllt und öffnen sich an der inneren und an der äußeren Fläche des Knochens mit schlitzförmigen Oeffnungen. Die Deckknochen bleiben sehr lange ziemlich gleichmäßig platt und dünn und breiten sich nach der Peripherie dadurch aus, daß die radiären Knochenbälkchen sich unter dichotomischer Teilung verlängern. Dies geht hauptsächlich an der cerebralen Partie der Knochen vor sich, die am reinsten den radiären Verlauf der ersteren erkennen läßt, und es entsteht dadurch eine etwas kompaktere Beschaffenheit der Innenseite des Knochens gegenüber den der äußeren Oberfläche zunächst liegenden Teilen. Nur an den Ursprungsstellen der Knochenbildung selbst ist die Oberfläche an der Außenseite schon früh kompakter. Nach den Randteilen zu aber erscheint sie schuppig, durch dachziegelförmig schief übereinander gestellte, gegen die Knochenperipherie mit freiem Rande endende Knochenlamellen, welche von der kompakteren cerebralen Partie des Knochens auswachsen, um das Dickenwachstum einzuleiten und schließlich allein zu übernehmen, und zwischen denen die Gefäßkanäle nach außen offen stehen. Resorptionsvorgänge gehen zugleich an der Innenfläche der Knochen vor sich, erzeugen die schon bei älteren Föten auftretenden sog. Hirneindrücke (Langer) und tragen zur Vergrößerung der Schädelhöhle bei. In Uebereinstimmung hiermit machte Lucae schon früher die Angabe, daß die Knochenlamellen der Innenseite an den durch Resorption entstandenen Impressiones cerebrales unterbrochen seien.

Zeitlich entstehen die Deckknochen vielfach früher als die knorpelig präformierten.

Die Bezeichnung Deckknochen für die außerhalb des Knorpelcraniums auftretenden Knochenbildungen ist den Verhältnissen bei

niederen Wirbeltieren entlehnt, wo diese Knochen den Knorpel äußerlich bedecken. Sie sind vom Knorpel völlig unabhängige Bildungen, durch eine Membran von ihm getrennt, formen sich höchstens entsprechend der äußeren Oberfläche des Knorpels, wo sie ihm anliegen. Die primitiven morphologischen Verhältnisse drücken sich beim Menschen nach der Geburt noch aus in der Lage der Nasenbeine auf dem knorpeligen Nasenrücken, der Lamina papyracea (os planum) und des Lacrimale auf der lateralen Seite des Ethmoidknorpels, des Vomer um den unteren Rand der knorpeligen Lam. perpendicularis des Ethmoidale, der Conchae sphenoidalia unter dem Keilbeinkörper.

In der Regel deckt nur noch ein schmaler Randstreif der Deckknochen beim Menschen den Rand des Knorpelcraniums (Schädelbasis), z. B. der hintere untere Winkel des Scheitelbeins den vergänglichen knorpeligen Processus petrosoparietalis, die lateralste Ecke des Interparietale den vergänglichen Proc. petrooccipitalis, der Rand der Squama die knorpelige Pars petrosomastoidea, der Oberkiefer teilweise Seitenteile des Siebbeins. Hieraus leitet sich die Regel der Stellung der Knochenränder zu einander in den Nähten ab. Scheinbare Ausnahmen können hiervon dadurch entstehen, daß schon sehr früh Deckknochen (Schaltknochen) mit knorpelig präformierten sich vereinigen, so z. B. decken die Ränder der Ala temporalis des Keilbeins ein Stück Seitenwandbein.

Bei einigen knorpelig präformierten Knochen schließt die Knochenbildung unmittelbar an Deckknochenbildungen an, so die Spitze der Ala parva, der Ala magna und des Processus pterygoideus des Keilbeins; desgleichen an Teile des Siebbeins. Ohne von Knochenbildung betroffen zu werden, schwinden der Proc. petrosooccipitalis, Proc. petroso parietalis, Proc. Meckeli (s. unten), die leierförmige Ausbreitung des Ethmoidalknorpels über der Pars orbitalis des Stirnbeins; ferner die Knorpelauskleidung der Nebenhöhlen der Nase (Sin. maxillares, sphenoidales, ein Teil der Conchae).

Knorpelig (d. i. nicht durch Knochen ersetzt) persistieren Stücke des Nasenrückens abwärts von den Nasenbeinen (beim Kinde auch Knorpelstücke unter den Nasenbeinen [ZUCKERKANDL]), ferner die Scheidewandknorpel der Nase (samt seiner zwischen die Vomerplatten eingeschobenen Fortsetzung), die Synchondrosis petrobasilaris; die Gelenkknorpel der Hinterhauptscondylen, die Gelenkknorpel der Gehörknöchelchen, die mit dem Trommelfell verbundene Knorpellage zwischen Processus brevis und Manubrium mallei (s. Gehörorgan).

Spätere Knorpelbildung, so weit man weiß ohne Beziehung zum primären Knorpelcranium (Chondrocranium) tritt auf im Kiefergelenk, der Symphyse der Unterkiefer, in dem Alveolarfortsatz des Unterkiefers u. a. m. Dieselben sind vielleicht doch morphologisch dem Primordialcranium zuzurechnen und erscheinen bloß wegen ihres späten Auftretens nach Eintreten ausgedehnter Knochenbildung davon getrennt.

Gegenbaur, C., *Ueber primäre und sekundäre Knochenbildung. Jenaische Zeitschr., III. Bd.*, 1867.

Langer, Karl, *Ueber die Blutgefäfse des Knochens des Schädeldaches und der harten Hirnhaut, Denkschriften d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien, math.-nat. Klasse* 37. *Bd.* 1877, 217—240.

Lucae, *Zur Architektur des Menschenschädels, Frankfurt a. M.* 1857. (*S.* 7)

Kölliker, A., *Entwickelungsgeschichte*, 1879.

Hannover, *Primordialbrusken og dens Forbening idet menneskelige Cranium, Det Kongl. danske Videnskabernes Selskabets Skrifter* 11. *Bd.*, *Kjöbenhavn* 1880.

Zuckerkandl, *Medicin. Jahrbücher* 1878, 314.

Ueber die Entwickelung des Knorpelskelets der Nase und der Deckknochen darauf.

An die vordere und untere Seite des Knorpels, in dem sich der Keilbeinkörper entwickelt, schließt sich als vorderster Teil des gesamten Schädelknorpels bei Föten das Knorpelgehäuse der Nasenhöhlen (Ethmoidknorpel, Fig. 57 und 77 *1*). Dasselbe besteht aus drei sagittal gestellten Knorpelplatten, einer medianen (in der Fortsetzung der Crista und des Rostrum sphenoidale gelegenen), welche die rechte und linke Nasenhöhle voneinander trennt, Pars perpendicularis, allgemeine Scheidewandknorpel (Fig. 77 und 76 *5*) und zwei symmetrischen Seitenplatten, deren jede die laterale Wand einer Nasenhöhle bildet und an ihrem hinteren Ende in die seitlichen Teile

Fig. 77. Ansicht des Knorpelcraniums von unten. 1 Ethmoidknorpel. *2* Unterrand der Lamina perpendicularis. *3* die vom vorderen Rande der letzteren, bei *4*, sowie von der Siebplatte herabhängenden Seitenwandknorpel der Nase (vorn Bereich des Nasenrückens; hinten im Bereich des Thränenbeins, der Papierplatte des Siebbeins), etwas auseinandergezogen, um die Anlagen der vier Muscheln (*5*) daran sichtbar zu machen. *6* Knochenpunkte des hinteren Keilbeinkörpers (Basisphenoid). *7* ovaler Knochenpunkt des Processus alaris (HANNOVER). *8* laterale Lamelle des Processus pterygoideus. *9* mediale Lamelle des Processus pterygoideus, der an den Hinterrand der knorpeligen Nasenseitenwand stößt, in seinem abgerundeten, freien Ende entsteht der Knochenpunkt für den Hamulus pterygoideus. Ihre Hinterseite ist von einer schienenförmig anliegenden Knochenplatte, *10*, verdeckt. *11* Alisphenoid. *12* Cartilago petrosa, mit Fenestra ovalis und rotunda, sowie knorpeligem Processus styloideus, *13* (REICHERT's Knorpel). *14* Foramen mastoideum. *15* Knochenpunkt der Unterschuppe des Occipitale. *16* Knochenpunkt der Seitenteile des Occipitale. *17* Processus condyloidei. *18* Knochenkern der Pars basilaris. *19* Foramen jugulare. *20* Foramen occipitale.

des Keilbeinknorpels übergeht. Alle drei Platten enden unten mit freiem Rande, die mediane oberhalb und entlang der medianen Vereinigungsnaht der Oberkiefer und Gaumenbeine beider Seiten, die lateralen je oberhalb des Ursprungs der Gaumenplatten von den genannten Skeletteilen. Entlang dem oberen und vorderen Rande hängen die drei Platten zusammen (Fig. 57 *1*) und zwar 1) entlang dem

oberen Rande durch die von den Aesten des Riechnerven durchbrochene Platte, Pars cribrosa, die jederseits von den Seitenplatten dachförmig zum oberen Rande der Pars perpendicularis wie zu einer Firste (Crista galli) konvergiert; sie bildet jederseits von dieser ein Stück Boden der Schädelhöhle und die Decke der Nasenhöhle; 2) entlang dem vorderen Rande biegen die Seitenplatten medialwärts in den Vorderrand der medianen Platte ein. Die medial umgebogenen Teile bilden dabei den gegen das Gesicht vorspringenden Teil der Nasenwände, den Nasenrücken, Pars nasalis, und schließen zwischen sich eine an der Vorderseite der medianen Pars perpendicularis herablaufende Furche ein (den hinteren Umfang des Foramen coecum).

Die mediane Platte ist verhältnismäßig dick, die lateralen sind stets sehr dünn. Von der der Nasenhöhle zugewandten Seite der letzteren wachsen sagittalgerichtete Leisten in die Nasenhöhle vor, die knorpeligen Muscheln, Conchae (Fig. 77 *5*). Die unterste derselben entsteht aus dem unteren Randteile der Seitenplatten und bildet die Vorstufe der später vom Siebbein abgelösten, selbständigen unteren Nasenmuschel, Turbinale, die zwei (bis drei) oberen bilden in Verbindung mit dem Reste der Seitenplatten die Vorstufen der Seitenteile des fertigen Siebbeins (Siebbeinlabyrinthe).

Ueberall dort, wo der Ethmoidknorpel nicht an Skeletteile anderer Herkunft stößt, entwickeln sich entweder in ihm oder als Deckknochen auf ihm dünne Knochenblätter (z. B. an der medialen Wand der Augenhöhle, in der Nasenhöhle), oder aber der Knorpel wächst und persistiert zeitlebens (knorpeliges Gerüst der Nasenspitze).

An allen den Stellen, wo die Knorpelkapsel mit ihr fremden Nachbarknochen des Gesichts oder Hirnschädels zusammentrifft, vergeht derselbe oder der vorübergehend von ihm hier etwa schon (enchondral) gebildete Knochen später durch Resorption. Letzteres führt schließlich zu den sekundär auftretenden Ausweitungen der Nasenhöhlen, welche, das Gebiet der Nasenkapsel überschreitend, in den Bereich benachbarter Knochen eindringen und nun als Nebenhöhlen der Nase erscheinen (wie die Keilbeinhöhlen, Stirnbeinhöhlen, Stirnbeinzellen; die Kieferhöhle, Kiefer- und Gaumenbeinzellen). Alle Teile des Nasenskelets zeigen vielfache Varianten, die teils schon in der ursprünglichen Anlage begründet sind, teils durch die typische Grenze überschreitende Rückbildungen fast regelmäßig im späteren Alter entstehen.

Typisch entwickeln sich an Stelle der knorpeligen Nasenkapsel das Siebbein mit der unteren Muschel (Turbinale) und einem Teil der Conchae sphenoidales. Ferner als selbständig bleibende Deckknochen die Nasenbeine, Thränenbeine, das Pflugscharbein.

Ihr besonderes Verhalten zum Knorpel und ihre Entwickelung gestaltet sich so:

Auf der Vorderseite der Pars nasalis der knorpeligen Nasenkapsel entstehen oben die Nasenbeine. Soweit als diese den Knorpel der Pars nasalis decken, schwindet der letztere in den ersten Jahren nach der Geburt, abwärts von ihnen bleibt er, trennt sich aber nach dem 5. Fötalmonat in einzelne Stücke, die dann als Cartilago triangularis, alaris, sesamoides (s. Nase) beschrieben werden. Letztere beiden verlieren dabei auch den Zusammenhang mit der Pars

perpendicularis. Die zunächst rückwärts von der Pars nasalis gelegene Partie, die eigentlichen Seitenplatten der knorpeligen Nasenkapsel, ist mit ihrer unteren Hälfte an der medialen Seite des Oberkieferkörpers, mit der oberen Hälfte an der medialen Seite des Stirnfortsatzes des Oberkiefers gelegen und rückwärts von diesem bis zur Seitenkante des Keilbeinkörpers hin der Augenhöhle zugekehrt. HANNOVER nennt die ganzen Seitenplatten Pars papyracea. An ihrer medialen Seite sitzen die Muscheln, Conchae, deren unterste an ihrem unteren Rande.

Außen auf der oberen Hälfte der Pars papyracea entwickelt sich unmittelbar hinter dem Stirnfortsatz des Oberkiefers das Thränenbein, hinter diesem die Lam. papyracea des Siebbeins, beide als Deckknochen (unter Umständen auch ein Teil der Pars orbitalis des Gaumenbeins). Die obere Hälfte der Pars papyracea selbst wird später zum Seitenteil des Siebbeins (Siebbeinlabyrinth und Siebbeinmuscheln).

Ihre Knorpelmassen erreichen nur geringe Dicke und Größe, so daß der weitaus größte Teil der Knochen des Siebbeinlabyrinths und der Muscheln (auch der Conchae sphenoidales) als Deckknochen entstehen.

Die untere Hälfte der Seitenplatten bis zum oberen Rand der untersten Concha (Turbinale) hinab überdeckt den Teil der medialen Seite der Oberkieferanlage (Fig. 66 III *4*), an dem später die Kieferhöhle entsteht. Der hier sehr dünne Knorpel buchtet sich schon sehr früh (3. Fötalmonat) gegen diese Stelle flach vor. Deckknochen des Oberkiefers entwickeln sich auf seiner lateralen Seite, solche des Gaumenbeins hinter ihm, und auf die mediale Seite übergreifend. Die Vorbuchtung ist der erste Anfang zur Bildung der Kieferhöhle. Sehr bald vergeht der Knorpel im Bereich der Ausbuchtung gänzlich, wodurch die untere Muschel von der oberen Hälfte der Seitenplatten getrennt wird.

Die Pars perpendicularis ist eine besonders an den Rändern dicke senkrechte Knorpelplatte. Sie besitzt vorn von der unteren Seite des Keilbeinkörpers zunächst einen freien, mit keinen Skeletteilen zusammenhängenden Rand, der in zwei winklig (Fig. 76 unter *5*) sich treffende geradlinige Abteilungen zerfällt. Die mehr senkrecht gestellte vordere Abteilung bildet die Scheide der Nasenlöcher (Fig. 55, 76, 54a) Die hintere erstreckt sich in horizontaler Ebene mit der unteren Seite des Keilbeinkörpers, scheidet die Visceralöffnungen der Geruchsgruben, die primitiven Choanen voneinander und entsendet vorn um deren vorderen Umfang (= dem des späteren Foramen incisivum) die vergänglichen JAKOBSON'schen Knorpel lateral rückwärts. Der vordere Teil dieses Randes steht später, nachdem vom Oberkiefer aus die Gaumenanlagen entstanden sind, der Vereinigungsnaht dieser gegenüber ohne sie zu berühren; seine Beziehung zum Gaumen vermittelt erst später der Vomer, die zum Zwischenkiefer das Os sous vomerien.

Unten um die Pars perpendicularis formt sich zuerst als Deckknochen das Pflugscharbein in Gestalt eines aufwärts rinnenförmig-konkaven Knochenblatts (Fig. 54 a, b), welches den Rand derselben in seine Höhlung aufnimmt; der obere Teil der Pars perpendicularis wird dann durch Knochenbildung im Knorpel zerstört und zur Lamina perpendicularis mit Crista galli und Processus alares des Siebbeins. Der von dieser Verknöcherung nicht betroffene Teil persistiert zum Teil konstant als knorpeliger Teil des fertigen Nasenseptums. Soweit er vom Vomer umfaßt wird, persistiert er zwar ebenfalls lange Zeit;

kann aber in späteren Jahren zu Grunde gehen (s. Nasenscheidewand).

Die erste Anlage des **Vomer** entsteht aus paariger Anlage, Knochenplatten neben der Pars perpendicularis, die unter letzterer durch miteinander zu einem dünnen Knochenblatte verwachsen. Sie gehen hinten stumpfwinklig, vorn durch ein horizontal gestelltes Verbindungsblatt ineinander über und bilden eine aufwärts offene Knochenschale, die den unteren Rand der Cartilago perpendicularis umfaßt etwa wie ein Radschuh das Wagenrad. Die Seitenränder derselben wachsen unter Bildung zarter, später konfluierender Zäckchen jederseits neben der Pars perpendicularis in die Höhe und stellen bald zwei Blätter dar, die einen großen Teil der letzteren zwischen sich fassen und unterhalb der genannten Randteile derselben miteinander zusammenhängen. Vorn bleiben die Blätter niedrig, hinten nehmen sie an Höhe zu, bis sie die untere Seite des Keilbeinkörpers erreichen. Hier legen sich die Randteile der Blätter lateralwärts in horizontale Ebene um, so daß ihre (mediale) obere Fläche der Unterseite des Keilbeinkörpers sich anschmiegt. Bei Höhenzunahme der Nasenhöhle wächst später der Vomer auch abwärts in die Breite, indem unterhalb der Vereinigungslinie der beiden die Pars perpendicularis einscheidenden Blätter desselben eine Leiste vorspringt, die sich zu einer hinten an Höhe zunehmenden Platte verbreitert. Dann besteht der Vomer unten aus einer einfachen Platte, oben aus zwei durch eine schmale, vom Knorpel der Pars perpendicularis erfüllte Spalte getrennten Blättern. Die Grenze beider Abteilungen markiert sich in gut ausgeprägten Fällen als seichte Längsfurche auf der Seitenfläche des Vomer, in welcher ein Nerv verläuft (N. nasopalatinus). Der an der Unterseite des Keilbeinkörpers gelegene Teil verlängert sich dabei rückwärts, verbreitert sich lateralwärts zu den dickeren, durch eine nur seichte Furche oben voneinander geschiedenen Alae vomeris. Ihr lateraler Rand bleibt frei und steht dem medialen Rande des Proc. vaginalis (des Keilbeins) in horizontaler Ebene gegenüber. Die Rinne zwischen den beiden Vomerblättern wird vorn durch die Furche zwischen den oberen Rändern der öfters bis zum 6. Jahre isoliert bleibenden Hälften der crista incisiva (os sous vomérien, Rambaud und Renault) bis auf die Spina nasalis anterior fortgesetzt.

Nach Cleland (Philosophical Transactions, Bd. 152, p. 289 ff.) gehört jede der getrennten Vomeranlagen ursprünglich zu einem Siebbeinlabyrinth, doch ist die Verbindung damit beim erwachsenen Menschen (sowie beim Pferd, Elefant, Giraffe) verloren. (Bei Hund, Katze, Schaf, Schwein ist sie bleibend.) Sie macht sich durch eine Fortsetzung je einer Ala vomeris bis zur unteren hinteren Ecke des Siebbeinlabyrinths; dieses Verbindungsstück geht unter dem Keilbeinkörper resp. seiner Höhle her (ethmovomerine plate) und entspricht beim Menschen einem Teil der Conchae sphenoidales. — Die Beziehungen des Vomer zum Gaumen sind rein sekundär entstanden durch starke Ausbildung der Verwachsungsleiste beider Vomerblätter nach unten.

In Th. Kölliker, Das Os intermaxillare des Menschen, Nova Acta Academiae Caesar. Leopold. Carolin., Halle 1882, geben die Abbildungen Fig. 17 u. 43 u. a. guten Aufschluß über die Verhältnisse der Jacobsonschen Knorpel; betreffs der ersten Entwickelung des Vomer vergl. dort die Abbildungen Fig. 33—37, 41, 42.

1. Unterkiefer, Mandibula s. Maxilla inferior.

Englisch: Inferior maxilla; Italienisch: Mandibola.

Der Unterkiefer ist der einzige durch ein Gelenk mit dem Hirnschädel verbundene Knochen des Gesichts Noch zur Zeit der Geburt besteht derselbe aus zwei symmetrischen Anlagen (Fig. 59, 79 b), Unterkieferhälften, die nach Verlauf etwa eines Jahres mit ihren vorderen Enden durch eine mediane Synostose zu dem einheitlichen Unterkieferknochen vereinigt sind. Dieser erscheint dann als ein hufeisenförmig auf die Fläche gebogener Knochenstreif, dessen Enden über die Kante aufwärts umgeknickt sind.

Jede Kieferhälfte läuft hinten in einen rück-aufwärts gerichteten Gelenkfortsatz, Processus condyloideus (Fig. 78 *8*, 79 *1*), aus, der

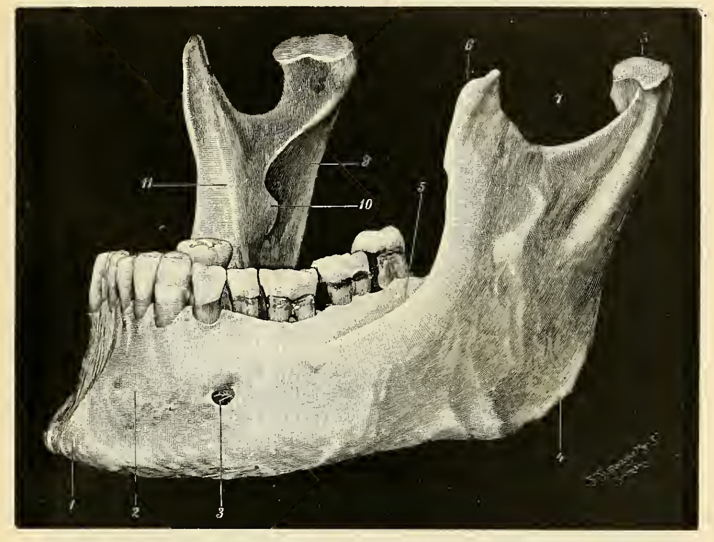


Fig. 78. Erwachsener Unterkiefer von links und vorn. *1* Tuberculum mentale. *2* Fossa mentalis. *3* Foramen mentale. *4* Kieferwinkel. *5* Linea obliqua externa. *6* Processus coronoides. *7* Incisura mandibularis. *8* Processus condyloideus. *9* Sulcus n. mandibularis (zum Canalis mandibularis). *10* Lingula. *11* Crista buccinatoria.

sich im Kiefergelenk an die Schuppe des Schläfebeins stützt; entlang ihren vorderen Teilen ist sie mit aufwärts offenen Fächern für die Einfügung der unteren Zahnreihe versehen. Zwischen Gelenkfortsatz und Zahnreihe findet sich der Kiefer zu einer hohen, senkrechten Platte, Kieferast (Fig. 78), verbreitert, die oben und vorn in einen langen Muskelfortsatz, Processus coronoideus (Fig. 78 *6*, *11*), unten-hinten in eine stumpfe, auch für Muskelansätze bestimmte Ecke, Angulus mandibulae, Kieferwinkel (Fig. 78 *4*, *7*), vorspringt

und deren Höhe entsprechend den senkrechten Dimensionen des Oberkieferkörpers und der Zahnreihen nach Alter wechselnd, aber stets so bemessen ist, daß die Kauflächen der Zähne des Unterkiefers mit denen des Oberkiefers bei geschlossenem Munde auf lange Strecke in Kontakt stehen (Fig. 49, Fig. 60, Fig. 1).

Die hintere, weitaus größere Abteilung jeder Kieferhälfte verläuft in natürlicher Stellung im Schädel medial-vorwärts gerichtet ziemlich geradlinig; vorn schließt sich daran ein stärker medialwärts, oft plötzlich in mehr transversale Richtung umgebogenes Stück (Fig. 79 a, b, 81 *1*), an dessen medianem Ende die Synostose der Kieferhälften statt-

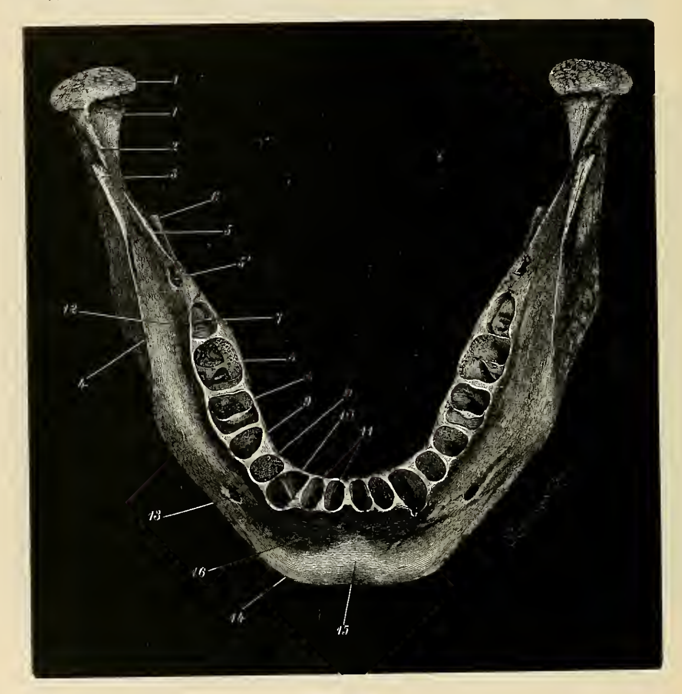


Fig. 79 a.

Fig. 79 a, b. Unterkiefer von oben und ein wenig links vorn. Zähne aus den Alveolen entfernt. a Präparat vom Erwachsenen. *1* Processus condyloideus, darunter *1'* Ansatzfläche des M. pterygoideus externus. *2* Incisura mandibularis. *3* Processus coronoides. *4* Linea obliqua (externa). *5* Crista buccinatoria, *5'* accessorische rudimentäre Alveole. *6* Lingula. *7* Krone des noch nicht durchgebrochenen Weisheitszahns in seiner Alveole. *8—11* Alveolen: *8* für die beiden vorderen Molarzähne; *9* für die beiden Prämolarzähne; *10* für den Eckzahn; *11* für die Schneidezähne. *12* Furche zwischen Proc. coronoides und Alveolarteil. *13* Foramen mentale. *14* Tuberculum mentale. *15* Protuberantia mentalis. *16* Fossa mentalis. *17* Kieferwinkel.

findet. Der einheitliche Unterkiefer, von oben oder unten betrachtet, zeigt daher eine fast parabolische Krümmung (Fig. 79 a, b), die vorn bereits im 1. Lebensjahre ihre definitive Bogenform besitzt und einen ebenso breiten Raum umfaßt wie beim Erwachsenen, was durch Messungen leicht festgestellt werden kann. Dies transversal liegende vorderste Bogensegment trägt jederseits die beiden Schneidezähne und endet mit der Stelle des Eckzahns (Fig. 79 *10*, Fig. 79 b *6*). Die jederseits rückwärts davon gelegenen und divergierenden Teile tragen die in mehr gerader Reihe hintereinander zu einem aufwärts leicht konkaven Bogen geordneten Fächer für die Backzähne, deren hinterstes an der medialen Seite der Wurzel des Processus coronoides des Kieferastes gelegen ist.

Noch während des 1. Lebensjahres nach der Geburt ist nun der ganze mit Zahnfächern versehene Teil nicht viel mehr als eine aufwärts offene dünnwandige Halbröhre, deren weiter Hohlraum die Zahnanlagen und darunter in einer gegen diesen zeitweilig offenen Furche deren Nerven beherbergt. Diese läuft daher zunächst dicht oberhalb des unteren Unterkieferrandes. Letzterer erscheint schon sehr früh als ein etwas festerer, manchmal verdickter Streifen dichter Knochensubstanz und entwickelt sich während des Kieferwachstums unverhältnismäßig massig, so zwar, daß er schließlich etwa dieselbe Höhe, zugleich aber bedeutend größere Festigkeit erlangt als der über ihm gelegene Zahnfachteil (Alveolarteil).

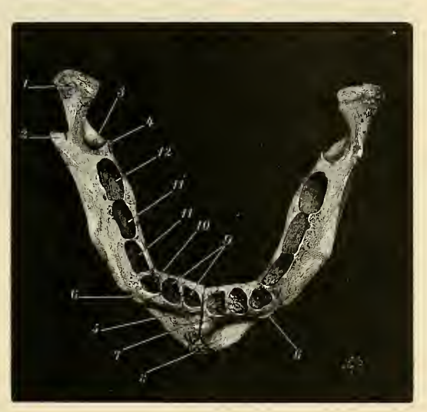


Fig. 79 b.

Fig. 79 b. Präparat vom Kinde im 1. Lebensjahr. *1* Processus condyloideus. *2* Processus coronoides. *3* Foramen mandibulare. *4* Lingula. *5* Fossa mentalis. *6* vorspringende Wand der Eckzahnalveole. *7* Symphysis mandibulae. *8* Ossiculum mentale darin. *9* Alveolen der Schneidezähne. *10* Eckzahnalveole. *11* Alveolen der Milchbackzähne. *12* Alveole des vordersten bleibenden Mahlzahns.

Er bildet im fertigen Zustand den weitaus kräftigsten Knochenteil des ganzen Gesichts und den ansehnlichsten des Unterkiefers, den Unterkieferkörper, Corpus, von dem beim Neugeborenen außerordentlich wenig vorhanden ist. Er trägt auf seinem oberen Rande die Alveolen für die untere Zahnreihe und setzt sich in gerader Flucht hinten direkt in den Kieferast fort. Auf Querdurchschnitten einer Kieferhälfte zeigt er sich aus einer sehr dicken Rinde kompakter Knochensubstanz und einer darin eingeschlossenen Markhöhle bestehend (Fig. 80), deren Spongiosabälkchen die Wand des Canalis mandibularis tragen und bilden helfen (Fig. 80 I *6*, *7*). Die Markraumbildung geht bis zum unteren Ende der Höhlen des Zahn-

fachteils (Alveolarteils) und reicht nur an dessen medialer Seite etwas höher neben ihm hinauf (Fig. 80 I, II, Fig. 82). Die Gestaltung des Alveolarteils hängt von der Entwickelung der Zähne ab, seine Persistenz von dem Vorhandensein der Zahnwurzeln, indem nach dem Wegfall dieser die Wände ihrer Alveole der Resorption anheimfallen. Bei Kiefern von Greisen, denen sämtliche Zähne fehlen, findet sich daher neben allgemeiner Verwischung sonstiger Details der Knochenoberfläche oft keine Spur des Alveolarteils mehr, so daß der Kiefer nur aus dem sog. Körper und dem Kieferaste besteht. Beide letzteren dienen Muskeln zum Ansatz.



Fig. 80 I.



Fig. 80 II.

Fig. 80. Unterkiefer, durchschnitten (Vergrößerung 14/15). I Durchschnitt durch die vordere Wurzel des 2. Backzahns, Ansicht des Präparates von vorn. *1* Processus condyloideus. *2* Processus coronoideus. *3* Linea obliqua (extern.). *4* Linea mylohyoidea. *5* Fossa submaxillaris. *6* Spongiosa des Unterkiefers. *7* Canalis mandibularis. *8* Schnittfläche des 2. Backzahns; mit Eröffnung der Pulpahöhle und der vorderen Wurzelkanäle desselben. *9* Grenzlinie zwischen Alveole und Zahnwurzel.
II Durchschnitt durch die leere Alveole des hinteren Prämolarzahns und das Foramen mentale. Ansicht des Präparates von hinten. *1* mediale Fläche des Unterkiefers Fossa submaxillaris). *2* laterale Oeffnung des Canalis mandibularis durch das Foramen mentale. *3* Fortsetzung des Canalis mandibularis für die Nerven der Schneidezähne und des Eckzahns. *4* Fortsetzung des Can. mandibularis zur Wurzel des vorderen Prämolarzahns (*5*). *6* Alveole des hinteren Prämolarzahns.

Der V e r l a u f d e s A l v e o l a r t e i l s folgt beim Erwachsenen vorn ziemlich genau parallel dem Verlauf des Kieferkörpers (Fig. 79 a); rückwärts jedoch von der Alveole des Eckzahns und einen stumpfeckigen Vorsprung am unteren Rande des Kieferkörpers weicht die Richtung des Alveolarfortsatzes medialwärts von der des Körpers ab, so daß er hinten ganz an der medialen Seite des Kieferastes endigt, welcher selbst in der hinteren Fortsetzung des Kieferkörpers sich erhebt. Zwischen beiden entsteht so eine breite Furche, in welcher Fasern des Musc. buccopharyngeus verlaufen (Fig. 82 I und 79 a *12*); sie endet unscheinbar hinter der sich stark auf die laterale Fläche des Kiefers vorbuchtenden Alveole des Eckzahns. Der u n t e r e, f r e i e R a n d d e s K i e f e r s ist im Bereich des vordersten transversal gestellten Stücks der parabolischen Krümmung zwischen den beiden Kinnecken (Fig. 79 *a* unter *15*) leicht konkav, in der Richtung nach vorn umgelegt und trägt hinter jedem Tuberculum mentale unten eine meist ovale und eingesunkene Rauhigkeit (Fossa digastrica)

für den Ansatz des Musc. biventer (Fig. 82 II). Der rückwärts von der Kinnecke (Fig. 79 *14*) gelegene Rand ist anfangs stumpf abgerundet, glatt, lateral vorgewulstet, abwärts der Länge nach leicht konvex, bis zu einem lateralwärts stumpf vorspringenden Höcker, hinter welchem die durch den Musculus masseter abgeplattete Außenfläche des Kieferastes sich ausdehnt. Unterhalb dieser wird der Rand schärfer und bis zum Kieferwinkel hin abwärts leicht konkav.

Auf der Außenfläche des Kiefers findet sich vorn in der Linie der Synostose der Kieferhälften eine feine Leiste, die sich abwärts zu einem oberhalb des Mittelstückes des unteren Randes gelegenen dreiseitigen Wulst verbreitert bis zu den Kieferrandecken, Kinnvorsprung, Prominentia mentalis (Fig. 78 *1*); er überragt den Alveolarteil der Schneidezähne vorwärts und erzeugt das den Menschen auszeichnende vorspringende Kinn (Fig. 79 *15*). Die jederseits zwischen dem Vorsprung und dem Alveolarteil bis zum Eckzahn hin befindliche Grube heißt Fossa mentalis; sie ist in der Fötalzeit und in den ersten Jahren nach der Geburt besonders stark ausgeprägt. Rückwärts von ihr befindet sich ein Loch, Foramen mentale (Fig. 78 *3*, Fig. 79 a *13*), welches schräg abwärts in den Canalis mandibularis führt, für den Nervus mentalis (Fig. 80 I *2*). Seine Lage ändert sich während des Kieferwachstums. Bei Föten und in den ersten Jahren nach der Geburt liegt es hinter der Eckzahnalveole (Fig. 59), bei Erwachsenen liegt es neben der Alveole des zweiten (kleinen) Backzahns. In der Tiefe desselben findet sich vorn ein Loch, durch welches die Nerven für den ersten (kleinen) Backzahn laufen; lateral davon ein zweites für die Nervenäste zum Eckzahn und den Schneidezähnen (Fig. 80 I *3*, *4*).

Vom Tuberculum mentale ausgehend, zieht gegen das Foramen mentale und über dieses hinaus rückwärts eine niedrige, nicht immer deutliche stumpfe Kante und begrenzt lateralwärts die Furche, um deren Breite der Alveolarrand medialwärts gegen den Kieferkörper verschoben ist. Oberhalb des schon erwähnten stumpfen Wulstes, an dessem hinteren Rand die plane Außenfläche des Kieferastes sich schließt — sie liegt unter dem zweiten Mahlzahn — wird die Leiste konstant deutlich und läuft aufwärts in den Vorderrand des Processus coronoides aus, Linea obliqua [externa] (Fig. 78 *5*, Fig. 79 a *4*). Die hinter ihr liegende Außenfläche des Kieferastes ist wechselnd uneben, zumal in der Nähe des Kieferwinkels mit Leisten und Furchen für den Ansatz des Musculus masseter versehen.

Der obere Kieferastrand zwischen Processus coronoideus und Processus articularis ist scharf, konkav zur Incisura mandibularis, (Fig. 78 7) ausgeschnitten; der hintere, oberhalb des Angulus glatt von der Ohrspeicheldrüse umfaßt, gerade oder leicht konkav.

An der Innenfläche des Kieferastes findet sich eine bis $1^1/_2$ cm breite, flache Furche, Sulcus n. mandibularis (Fig. 81 *9*, 78 *9*), die schräg abwärts zur Eingangsöffnung des Unterkieferkanals, Foramen mandibulare, führt. Der vordere Rand derselben ist scharf in eine rück-aufwärts gerichtete Spitze oder ein Plättchen ausgezogen, Lingula mandibularis (Fig. 81 *8*), welche das eigentliche Hinterende der medialen Wand des Alveolarteils ist und einem Bandzug (dem sog. Ligamentum accessor. mediale) zum Ansatz dient.

Eine unterhalb der Lingula vor-abwärts über die Innenfläche des Kiefers laufende, meist nur bis unter die hinterste Backzahn-

alveole deutlich ausgeprägte, bisweilen zum Kanal überbrückte Furche, Sulcus mylohyoideus (Fig. 28 *6*), für den gleichnamigen Nerven bezeichnet die Grenze zwischen Alveolarteil und Fläche des Kieferasts und weiter vorn des Kieferkörpers. Rückwärts von ihr besitzt die Gegend des Kieferwinkels rauhe Leisten und Furchen, die vom Ansatz des Musc. pterygoideus internus herrühren.

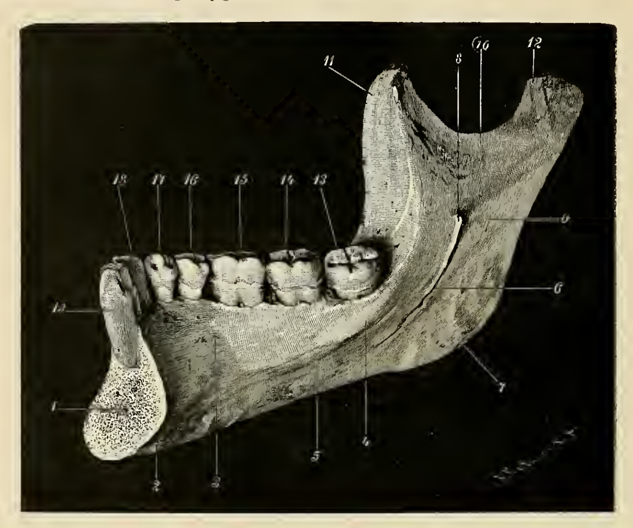


Fig. 81. Unterkieferhälfte von der medialen Seite. *1* Schnittfläche des Unterkieferkörpers. *2* Fossa digastrica. *3* Fossa glandulae sublingualis. *4* Linea mylohyoidea. *5* Fossa glandulae submaxillaris. *6* Sulcus mylohyoideus. *7* Angulus mandibulae. *8* Lingula. *9* Sulcus mandibularis zum Foramen mandibulare. *10* Incisura mandibulae. *11* Processus coronoides. *12* Processus condyloideus. *13*, *14*, *15* Molarzähne. *16*, *17* Prämolarzähne. *18* Eckzahn. *19* der erste Schneidezahn (der lateral davon stehende zweite Schneidezahn wird von ihm größtenteils verdeckt); die mediale Wand der zugehörigen Alveole ist entfernt, so daß seine Wurzel sichtbar ist.

Oberhalb und vorn von der Lingula läuft ein dicker Wulst an der medialen Seite des Processus coronoideus aufwärts und begrenzt mit seiner vorderen stumpfen oder scharfen Kante medial die Fortsetzung der Furche zwischen vorderem Kieferastrand und Alveolarrand. Die Kante teilt sich unten hinter der Alveole für den Weisheitszahn (oder einer hinter diesem zuweilen noch auftretenden rudimentären Alveole, Fig. 79a *5'*) in zwei Schenkel, die in den oberen Rand der medialen und der lateralen Alveolarwand übergehen. Der ungespaltene Teil der Kante entspricht der Grenze des Musc. buccolabialis und buccopharyngeus.

Die mediale Wand des Alveolarteils bauscht sich in der Gegend der großen hinteren Backzähne medialwärts stark vor und setzt sich meist durch eine seichte breite Furche unten gegen die stark lateral

ausweichende Innenfläche des Kieferkörpers ab (Fig. 81 unter *5*, 80 II *5*). Die zusammenhängende (mediale) Innenfläche wird durch die Ansatzlinie des Musculus mylohyoideus, eine schräge, unmittelbar hinter der hintersten Backzahnalveole beginnende, vor-abwärts schräg bis zum unteren Ende der Symphyse der Kieferhälften nahe ihrem unteren Rande hinziehende Kante, Linea mylohyoidea [obliqua interna] (Fig. 81 *5*), in zwei etwa dreiseitige Felder abgeteilt, ein oberes, die eigentliche Mundhöhlenfläche, welches hinten niedrig, vorn breit ist, senkrecht steht und eine seichte Grube für eine Drüse trägt (Fovea sublingualis), und ein unteres, welches hinten breit (hoch) ist, vorn aber sehr schmal oberhalb der Fossa digastrica endet und von dem Bereich der eigentlichen Mundhöhle ausgeschlossen ist (Fig. 81 *3*). Die seichte grubige Vertiefung derselben, Fovea submaxillaris (Fig. 81 *4*), nimmt die Unterkieferspeicheldrüse auf. Jederseits von der Synostose der beiden Kieferhälften



Fig. 82 I.

Fig. 82. Unterkiefer plumperer Form, rechts unmittelbar am vorderen Rande der Alveole des hintersten dritten Backzahns frontal durchsägt; die Schnittfläche der linken Kieferhälfte fällt durch die vordere Abteilung des zweiten Backzahns. Rechts sind beide Schnitthälften dargestellt, die hintere von vorn, die vordere von hinten gesehen. I hintere rechte, II ganze vordere Schnittfläche. *1* Processus condyloideus. *2* Processus coronoideus. *3* Linea obliqua externa. *4* Alveole des letzten Backzahns, angeschnitten. *5* Canalis mandibularis in der spongiösen Substanz. *6* Linea mylohyoidea. *7* Fossa submaxillaris. *8* Fossa digastrica. *9* Spina mentalis interna. *10* Ansatzfelder der Musc. genioglossi. *11* Alveolen der beiden vorderen Schneidezähne. *12* Alveole des zweiten Backzahns.

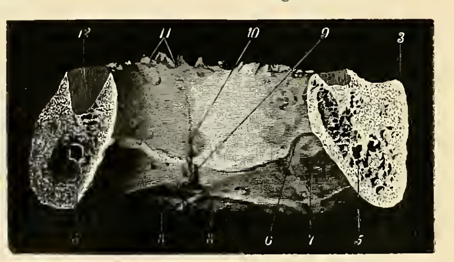


Fig. 82 II.

liegen oberhalb der zusammenstoßenden Lineae mylohyoideae übereinander zwei kleine rauhe Felder, manchmal in Anlehnung an eine mediane Zacke, Spina mentalis interna (Fig. 82 II *9*). Das untere Feld ist schmal, in senkrechter Richtung länger (Ansatzstelle des Musculus geniohyoideus), das obere etwa viertelkreisförmig (Ansatzstelle des Musculus genioglossus).

Der Alveolarteil des Unterkiefers besitzt beim Neugeborenen 6 Alveolen jederseits (für die Zahnkeime des Milchgebisses,

sowie des ersten bleibenden großen Backzahns), wovon die vorderen bereits durch unvollkommene Scheidewände getrennt sind, während in den hinteren die Scheidewandbildung noch in den ersten Anfängen steht. Während der definitiven Ausbildung der Milchzahnwurzeln und der Ausgestaltung ihrer Alveolen entstehen auch schon die eigenen Alveolen für die Keime der bleibenden Zähne, an der lingualen Seite derer für die Milchzähne. Ihre anfangs sehr engen Mündungen finden sich hinter der Oeffnung der Milchzahnalveole (Schneidezähne) oder tiefer in deren Höhle darin (Eckzahn, Prämolaren). Die Verlängerung des Alveolarteils rückwärts macht sich Hand in Hand mit der Ausbildung der Keime für die drei hinteren großen Backzähne durch Anbildung ihrer Alveolen, deren Anlage in dem an der medialen Seite des Processus coronoideus aufsteigenden Wulste vorbereitet wird. Eine rudimentäre hinterste 9. Alveole, die stets klein bleibt, ist nicht gerade selten (Fig. 79 *5'*).

Die Alveolen der Schneidezähne, Eckzähne, kleinen Backzähne sind einfach, die der Schneide- und Eckzähne in transversaler Richtung platt gedrückt, fast stets mit Andeutungen einer Längsteilung in linguale und labiale Hälfte, die aber selten von unten aufwärts zur Durchführung kommt (Eckzahn Fig. 79 a *10*). Die Alveolen der Prämolaren sind mehr rundlich-cylindrisch; die der großen Backzähne viereckig durch ein senkrecht zur Kieferlängsachse gestelltes Septum, welches aber die Höhe des Alveolenrandes nie erreicht, in eine v o r d e r e und h i n t e r e A b t e i l u n g geteilt.

An der proximalen und distalen Wand eines jeden erheben sich einander gegenüber konstant Leisten, die sich aber höchstens ganz am Grunde der Alveole zu einem niedrigen Septum zuweilen vereinigen und eine linguale und labiale Unterabteilung für die Spitzen der Zahnwurzel voneinander trennen. Die unteren Enden der Alveolen sind alle ein wenig dem Nervenverlauf entgegen rückwärts gebogen.

Der Alveolarrand verläuft vorn in transversaler Richtung und aufwärts konvexem Bogen bis zum Eckzahn; dann rückwärts und wenig lateralwärts gerade oder in aufwärts konkavem Bogen und zugleich hinten zunehmend so verdreht, daß der obere Rand seiner lateralen Wand höher steht als der der medialen.

D e r G e l e n k f o r t s a t z d e s U n t e r k i e f e r s, sogar dessen Gelenkfläche, zeigt ganz außerordentliche Variationen, indem sich alle Zwischenstufen zwischen einer in allen Details scharf ausgeprägten und einer durch Verwischung aller Details wenig charakteristischen Form beobachten lassen. Bei möglichst guter Ausprägung aller Formverhältnisse läuft der Hinterrand des Kieferasts aufwärts in die hintere Seite einer dreiseitigen, mit ihrer Fläche senkrecht zur Fläche des Kieferasts gestellten Platte aus, die von seinem oberen Teil aus medialwärts vorspringt. Ihre laterale obere Ecke entspricht etwa der Stelle, wo der scharfe Rand der Incisura mandibulae mit dem hinteren Kieferastrande zusammenstoßen würde; ihre vordere Fläche liegt medial von dem Rand der Incisura mandibulae, erscheint konkav und rauh (vom Ansatze des Musculus pterygoideus externus, Fig. 79 a *1'*). Der mediale und der obere Rand der Platte stoßen in einer medialwärts vorspringenden Ecke zusammen. Der obere Rand ist zugleich nach vorn umgelegt und trägt die der Hauptsache nach walzenförmige überknorpelte Gelenkfläche, deren Längsachse

mit der der anderen Seite medial-rückwärts konvergiert, so daß das laterale Ende der Gelenkwalze weiter vorn gelegen ist als alle anderen Teile derselben. Sie zerfällt in eine mediale und laterale Abteilung durch eine stumpfe Erhebung an ihrer vorderen Seite, die der Furche zwischen beiden Abteilungen des Tuberculum articulare des Schläfebeins entspricht. An ihrer hinteren Seite findet sich eine seichte Konkavität, welche den Conus articularis des Schläfebeins (Tuberc. artic. posticum) von vorn her umfaßt. Die Bedeutung dieser Teile wird durch den Mechanismus und vergleichend-anatomische Untersuchung des Kiefergelenks der Säugetiere verständlich (s. v. MEYER, Mechanik des menschlichen Knochengerüsts des Kiefergelenks, S. 241 —251). Unter dem lateralen Ende der Gelenkfläche befindet sich eine Rauhigkeit für den Ansatz des Aufhängebandes des Unterkiefers (Lig. accessor. laterale, s. auch S. 298).

Entwickelung und Wachstum des Unterkiefers.

Die Knochenpunkte des Unterkiefers vereinigen sich schon sehr früh, gegen Anfang des dritten Fötalmonats. Nach RAMBAUD und RENAULT entstehen entlang dem unteren Kieferrande zwei schräg aneinander vorbei geschobene Knochenpunkte, über ihnen ein dritter, die das Foramen mentale umschließen und sich hinten mit den Knochenpunkten des Kieferastes verbinden. Vorn entsteht ein den Kieferast nicht erreichender weiterer Knochenpunkt (incisive). Die mediale Alveolarwand ist ein eigener Knochenpunkt an der medialen Seite der ersten, der ebenfalls bis zum Kieferast hinreicht in der Lingula mandibularis endigt. Er verwächst entlang seinen unteren Rande mit den übrigen Teilen des Unterkiefers oberhalb des MECKEL'schen Knorpels (s. Schlundbogenskelet), an dessen Außenseite die Unterkieferanlagen sich wie Deckknochen bilden.

Im 3. Monat der Fötalentwickelung ist der Unterkiefer ein zarter Knochen an der lateralen Seite des MECKEL'schen Knorpels, der sich bald zu einer länglichen, aufwärts offenen Schale gestaltet, in deren Höhlung die Zahnkeime liegen. Die laterale Wand dieser Schale setzt sich rückwärts in einen schmal auslaufenden Fortsatz, den Gelenkfortsatz fort (Fig. 87 2'). Vor letzterem erhebt sich oben der Proc. coronoides, durch die Incisura mand. von ihm getrennt, unten bildet sich die Ecke des Kieferwinkels durch Knochenapposition schon etwas aus.

Vorn sind beide Knochenenden durch einen selbständig auftretenden Knorpel verbunden. Die dahinter gelegene dütenförmige Grube nimmt die Spitze des Hakens des MECKEL'schen Knorpels und dessen Scheide in sich auf. Rückwärts von hier besitzt die Unterkieferanlage zur Aufnahme des MECKEL'schen Knorpels eine Furche, in der hinten zwischen Gelenkfortsatz und dem Knorpel der Nerv verläuft. Schon im 4. Fötalmonat sind an der Unterkieferanlage die meisten definitiven Formverhältnisse sehr deutlich vorbereitet. Jede Unterkieferhälfte stellt um diese Zeit eine schmale, längliche Knochenspange dar, die aus einem unteren soliden Randstück besteht, welches aufwärts, das hinterste Ende ausgenommen, in zwei Blätter, Alveolarblätter, auseinanderweicht, welche eine nach oben weit offene verhältnismäßig sehr tiefe und breite Furche (Zahnkeimfurche) einschließen. An dem medialwärts umgebogenen Vorderende des Knochens sind von Anfang an beide Blätter verschmolzen, um die Zahnkeimfurche vorn abzuschließen. Hinten jedoch

vereinigen sich die Enden beider Alveolarblätter zunächst nicht, sondern es endet das mediale Alveolarblatt in eine aufwärts gerichtete freie Spitze (Anlage der Lingula) an der medialen Seite des lateralen. Das laterale aber verliert sich in die medialen Seiten der rück-aufwärts über sie hinaus verlängerten Knochenplatte des Kieferastes, dessen hinterer Rand sich in deutlichem Winkel vom unteren Rand der vorderen Kieferteile absetzt, während sein vorderer Rand aus dem hinteren Ende einer unscheinbaren schrägen Linie, die, streng genommen, vom vorderen Ende des unteren Kieferrandes beginnt und über die laterale Fläche des Kiefers rück-aufwärts läuft (Linea obliqua externa), sich erhebt. Der obere Rand ist konkav (Incisura mandibulae), stößt mit dem vorderen zur Bildung einer aufwärts gerichteten, rückwärts auf die Kante umgebogenen platten Zacke (Proc. coronoideus), mit dem hinteren zur Bildung des Gelenkfortsatzes (Proc. articularis) zusammen. Die laterale Fläche dieser Platte ist fast plan; ihre mediale Seite trägt eine Furche, Sulcus n. mandibul., die hinten dicht unterhalb des Gelenkfortsatzes am Unterkieferast beginnt und vorwärts in dem tiefsten Teil der Zahnfurche ihre mit der Zeit immer deutlicher ausgeprägte Fortsetzung findet. Sie nimmt den Unterkiefernerven in sich auf. Anfangs steht sie hier in ganzer Länge mit der über ihr liegenden, weiten Zahnfurche in Verbindung. Im 5. Monat trennt sich von dieser der vergängliche Zahnnervenkanal ab, dessen hinterer Eingang unter dem späteren Foramen mandibulare liegt und der von da vorwärts bis unter die Anlagen der Schneidezähne weiter läuft. Ueber ihm bildet sich der 2. Kanal, dessen Anlage die noch beim Neugeborenen gegen die Alveolen offene, schon oben erwähnte Furche ist. Sie führt durch das Foramen mentale heraus. Nachher wird ihre Eintrittsstelle zwischen die Hinterenden der Alveolarblätter durch eine Knochenbrücke zwischen diesen oberhalb der Lingula zum Loch, dem primitiven Foramen mandibulare, abgeschlossen; später zunächst an einzelnen Stellen dadurch überbrückt, daß quere Scheidewände von der Innenfläche der allgemeinen Zahnfurche sich in deren Inneres vorschieben und Fächer für die einzelnen Zähne abteilen. Nachträglich schließt sich allmählich auch jedes einzelne Zahnfach bis auf eine relativ kleine Lücke für den Durchtritt der Zahnnerven und Gefäße gegen die Furche ab, wodurch diese zum selbständigen Kanal geschlossen wird (Canalis mandibularis). Das erste quere Septum tritt auf (schon im 4. Monat) zwischen den Anlagen des Eckzahns und vorderen Backzahns. Dieser Stelle entspricht eine Seitenöffnung des Nervenkanals, auf der lateralen Seite des Kiefers (Foram. mentale), welches später weiter rückwärts rückt. Vor ihm ist den Eckzahnanlagen entsprechend das laterale Alveolarblatt gegen die laterale Oberfläche sehr stark und fast bis zum kompakten, dicken unteren Kieferrand vorgebuchtet. Das vor ihr befindliche eingesunkene Feld ist die Anlage der während der ganzen Embryonalzeit sehr scharf ausgeprägten Fossa mentalis.

Das mediale Alveolarblatt ist unter seiner hinteren Hälfte durch eine tiefe Furche (Sulcus mylohyoideus, für den N. mylohyoideus und den Meckel'schen Knorpel) auf der medialen Fläche des Kiefers abgegrenzt und trägt oberhalb derselben eine zarte Leiste (Linea mylohyoidea, L. obliqua interna), die sich bis zum Vorderrande des Knochens verfolgen läßt. Hier liegt unter ihr ein längliches, rauhes, später schwindendes Feld für die Anlagerung des Vorderrandes des Meckel'schen Knorpels, unter diesem die Fossa digastrica; über ihr liegen

in senkrechter Linie die zwei Grübchen für den Ansatz des Musc. geniohyoideus und genioglossus wie beim Kiefer des Erwachsenen.

Die ersten Anlagen des Unterkiefers entstehen ohne jede Beteiligung von Knorpel im Bindegewebe. Später entwickelt sich an einigen Stellen selbständig (ohne Beziehung zum knorpeligen Primordialcranium) sekundär Knorpel, so in der Symphyse der Unterkieferhälften (Hannover), an der Spitze des Processus coronoides, auf den Alveolarrändern, sowie am Gelenkfortsatz. Auflagerungen von seiten des Periosts an der freien Oberfläche des Knochens, besonders stark auch entlang dem unteren Rande, in der Gegend des Kieferwinkels und des Proc. coronoides führen zu allgemeiner Vergrößerung und kompakter glatter Oberfläche, während im Umfang der Zahnanlagen Resorption von Knochensubstanz zur gleichzeitigen Ausweitung der Alveolen führt; die zwischen benachbarten Zahnlagen stehen bleibenden Knochenplatten werden dabei zur Anlage der Septen der einzelnen Zahnfächer, die anfangs stets in ihrer Mitte ein Loch besitzen, welches erst nachträglich zuwächst. — Die glatte Beschaffenheit der Oberfläche fehlt nach der Entdeckung von Toldt in einem Streif der von dem hinteren Ende der lateralen Alveolarplatte zum Gelenkkopf des Kiefers zwischen Kronenfortsatz und Kieferwinkel geradlinig hinzieht und poröse Beschaffenheit, wie enchondral entstandener Knochen, besitzt. Derselbe entspricht dem vom Gelenkkopfknorpel aus entstandenen Knochenstreif und giebt an, welchen Weg der erstere beim Wachstum des Gelenkfortsatzes des Unterkiefers zurückgelegt hat (Fig. 87 *2''*).

Oberhalb davon wächst der Kronenfortsatz durch Apposition entlang den Rändern mit der Spitze voran in einer vom Gelenkfortsatz etwas divergierenden Richtung. Dadurch wird die Incisura semilunaris (mandibulae) mit fortschreitendem Wachstum weiter und der vordere Rand des Kronenfortsatzes zu einer konkaven Kante, deren ältere Abteilungen als Linea obliqua externa bei Erwachsenen noch markiert sind. Apposition von Knochensubstanz vollzieht sich medial von diesem Rande und ihm entsprechend in aufwärts konkavem Bogen behufs Verlängerung des Alveolarteils, die Höhlenbildung darin geschieht durch Resorption des Knochens in der Umgebung neu hinzutretender Zahnkeime. Die Vergrößerung der Distanz zwischen Stelle des Eckzahns und Kieferast erklärt sich demnach ohne Resorptionsvorgänge am Vorderrande des letzteren ganz ungezwungen. Mir scheint, daß nicht einmal für die Ausbildung der Furche zwischen Rand des Alveolarteils und Vorderrand des Proc. coronoides Knochenresorption anzunehmen nötig ist, da einfach durch Höhenzunahme dieser Ränder eine solche Furche auch entstehen kann. Für die nach-embryonale Periode hält v. Kölliker neuerdings (Gewebelehre, 1889, Bd. I, S. 345) an der von Humphry, Lieberkühn und ihm selbst vertretenen Anschauung fest, daß das Wachstum des Kieferastes durch Apposition an seinen rückwärts gewandten, Resorption an den vorwärts gewandten Rändern sich macht. Wolff glaubt, daß ein starkes interstitielles Wachstum gleichzeitig statthat. Durch starke Apposition hinter dem Kieferwinkel wird der Hinterrand des Kieferastes mit der Zeit weniger geneigt, dadurch der Kieferwinkel weniger stumpf als beim Neugeborenen. Zugleich nimmt der Kieferast in allen Teilen an Höhe zu, Hand in Hand mit der Höhenzunahme des Oberkieferkörpers und seines Alveolarfortsatzes, so zwar, daß die Höhe des Kieferastes beim Erwachsenen das Doppelte der Höhe des Kieferkörpers mit Alveolarteil besitzt, während beim Neugeborenen und in der Fötalzeit nur um die Dicke des Gelenkkopfes die

Ebene des Alveolarrandes überragte. DEBIERRE [5] findet, daß bei jeder neuen Alveolenbildung resp. Zahnbildung der Unterkieferbogen sich rückwärts verlängert, der Kieferwinkel zugleich weniger stumpf wird und sein kleinstes Maß bei solchen Kiefern erreicht, wo die hinteren Backzähne zu starker Entwickelung kommen, z. B. bei anthropoiden Affen, wo er (95—108 °) sich dem Rechten nähert. Bei Kindern, sowie bei kaukasischer Rasse mit Neigung zur Degeneration der hinteren Backzähne ist der Winkel desto größer, er beträgt bei Kindern 140 °, im 2. Lebensjahr 135 °, im 7. Lebensjahr 130 °; bei Erwachsenen 120 °. Eine genaue Bestimmung des Winkels frei von jeder Willkür, läßt sich übrigens wegen der vielen Varianten kaum erzielen. Bei Kiefern von Greisen soll der Winkel größer gefunden werden (123 °, DEBIERRE) als bei Kiefern aus dem mittleren Lebensalter. Der Gelenkkopf (Fig. 79 b) neigt ursprünglich sein mediales Ende abwärts und richtet seine Gelenkfläche medial-rückwärts. Erst wenn die Teile der Schläfebeinschuppe, die das Kiefergelenk bilden helfen, schärfer gegen das Planum temporale abgeknickt und mehr in horizontale Ebene der eigentlichen Schädelbasis verlegt sind, erhebt sich das mediale Ende des Gelenkkopfes durch Auswachsen der dreiseitigen Platte an der medialen Seite des Kieferastes, die es trägt. Indem sich ferner das Tubercul. articulare des Schläfebeins später vor dem Unterkiefergelenkkopf herabsenkt, dreht sich die Gelenkfläche des Unterkiefers in gleichem Sinne ein wenig vorn über, wo durch das Ansatzfeld des Musc. pterygoideus externus an der Vorderseite der erwähnten dreiseitigen Platte unterhalb der Gelenkfläche seine vorwärts konkave Höhlung bekommt. In der Symphyse des Unterkiefers fand MIES ein oder zwei, zuweilen drei Knöchelchen, Ossicula mentalia, welche der Gegend der Protuberantia mentalis der Lage nach entsprechen. Nach der Verwachsung der Unterkiefer gehen sie völlig in dessen Knochenmasse auf. Dieselben wurden schon von RUYSCH, SÖMMERRING, MECKEL erwähnt. Auch an der Hinterseite der Symphyse treten accessor Knochenpunkte auf, die schon RAMBAUD und RENAULT erwähnen. Asymmetrien des Unterkiefers sind sehr gewöhnlich. Man trifft in dieser Hinsicht ungleiche Krümmung und Länge beider Kieferhälften, ungleiche Höhe der Kieferäste, ungleiche Entwickelung der Gelenkfortsätze u. s. w.

Ein zuerst von SANDIFORT, später von MECKEL, CUVIER, STANNIUS und SIEBOLD, neuerdings von ZOJA, TENCHINI, ALBRECHT, MINGAZZINI beschriebener Fortsatz am Kieferwinkel, der bei vielen Tieren (nicht bloß den Lemuren, wie ALBRECHT meint, Proc. lemurinicus) sehr deutlich in die Augen fällt, wird beim Menschen nach MINGAZZINI nie vermißt. Er bildet hier den konvexen, über die geradlinige Verlängerung des Unterrandes des Kieferkörpers und des Hinterrandes des Kieferastes vorragende, konvex vorspringende Randpartie der Gegend des Kieferwinkels und ist nicht genau gegen die Teile des Kieferastes abzugrenzen. Seine Variationen bedingen die verschiedene Randform des Kieferwinkels (Processus rami mandibularis). Ueber die Variationen der Proc. coronoides handelt BIONDI, über solche des Processus condyloideus und die Ansätze der Kaumuskeln PARIGI. — Einen bei Kretins koincidierend mit hohem Kinn vorkommenden Eindruck des Unterkieferrandes vor dem Masseteransatz beschreibt HARRISON unter dem Namen Antegonium. Mehrfache Foram. mentalia beschreiben GRUBER [3], PATRUBAN [2], BERTELLI.

Albert, H. L., *Case of asymmetry of the jaws, Pr. Odontol. Society of Great Britain, London* 1892 *N. Ser. V*, 24, *p.* 57—64.

Bertelli, *Forami mentonieri nell'uomo ed in altri mammiferi. Monitore zoologico Italiano Anno* 3, 1892 *No.* 4, 80. *For. ment. an u. neben d. Symphyse. Tierähnlichkeiten.*

Biondi, C., *Forma e dimensioni della apofisi coronoide nella mandibola umana*, 2 *Taf.*, *Archivio per l'antropologia e la etnologia Bd.* 20 *No.* 2, 1890, 129.
Brock, J., *Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd.* 27, 1876, *Literat.*
Collins, F. H., *The diminution of the jaw in civilized races and effect of disuse, London* 1891.
Debierre, Ch., *Sur le développement, l'évolution et sur l'angle de la mâchoire inférieure, Bulletin de la Société d'anthropologie de Lyon T.* 5, 1886, 185. (*Referat in: Revue des sciences médicales T.* 30, 1887, 409.)
Fawcett, E., *The structure of the inferior Maxilla ect., Journ of anat. and physiol. Vol.* 29, 1895 *p.* 355—366.
Gruber, W., *Bemerkungen über das Foramen mentale. Virchows Archiv*, 1872.
Harrison, *A clinical study of the skull, The Toner Lectures, Lecture X, Smithsonian miscellaneous Collections Washington, March* 1890, 71 *SS.*
Henckeroth, *Saillie en avant du maxillaire inférieure chez un enfant de onze ans, Progrès dent.* 1892 *Année* 19, 225—230.
Henneberg, B., *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Unterkiefers des Menschen, Dissert. Berlin* 1894.
Humphry, *On the growth of the jaws, Transactions of the Cambridge phil. Society Vol.* 11, 1864, 1.
Kölliker, A., *Die normale Resorption des Knochengewebes und ihre Bedeutung für die Entstehung der typischen Knochenformen, Leipzig* 1873.
Derselbe, *Gewebelehre, Bd. I*, 1889 (*S.* 354).
Lieberkühn, *Ueber Wachstum des Unterkiefers und der Wirbel, Marb. Sitzungsber.* 1867 *No.* 10.
Lieberkühn *u.* **Bermann**, *Ueber Resorption der Knochensubstanz, Abhandl. d. Senckenberg'schen naturforsch. Gesellsch* 11. *Bd.* 1877.
Masquelin, *Recherches sur le développement du maxillaire inférieure, Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 2. *Sér. T.* 45, 1878 *No.* 4.
Meckel, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie* 2. *Bd.* 3. *Hft., Leipzig* 1812, 108.
Mies, *Ueber Knöchelchen in der Symphyse des Unterkiefers vom neugeborenen Menschen, Anat. Anz. Jahrg.* 8 *No.* 10/11, 361—365.
Mingazzini, *Sul significato morfologico del processus rami mandibularis nell'uomo (apofisi lemurinica, Albrecht), Archivio per l'antropologia e la etnologia Vol.* 22, 1892, 49—88.
Parigi, *Archivio per l'antropologia e la etnologia Vol.* 20, *Firenze* 1890, 190—266, 1 *Taf.*
Ruysch, *Opera omnia, Amstelod.* 1734, *Thesaurus anatomicus quintus.*
Sandifort, *Observationes anatomo-patholog., Lugd. Batav.* 1771, *p.* 102, *Tab.* 4 *Fig.* 3.
Schaffer, *Archiv f. mikrosk. Anatomie* 32 *Bd.* 1888 (*Litteratur*)
Sömmerring, *Vom Bau des menschlichen Körpers*, 1. *T. Knochenlehre, Frankfurt* 1800, 237.
Strelzow, *Ueber Histogenese der Knochen, Untersuchungen aus dem pathologischen Institute zu Zürich* 1873. (*Hierauf die Entgegnung von Brock, oben citiert.*)
Talbot, E. S., *Etiology of irregularities of jaws and teeth, asymmetry of the maxillary bones, Dental Cosmos Philadelphia Vol.* 30, 1888, 783—792.
Tenchini, *Varietà numeriche etc., con una nota sull'apofisi lemurinica dell'Albrecht, Ateneo medico Parmense* 1888, 29, *Taf.* 2
Toldt, *Wachstum des Unterkiefers, Zeitschr. f. Heilk.* 5. *Bd., Prag* 1884.
Wolff, J., *Ueber das Wachstum des Unterkiefers, Virchow's Arch.* 64. *Bd. N. F.* 9, 4. *Bd.* 493 (1888).
Zoja, G., *Intorno al mucrone del angolo della mandibula del Sandifort (apofisi lemurinica, Albrecht), Estr. di Rendicont. del R. Istituto Lombardo Ser.* 2 *Vol.* 21 *Fasc.* 20, 1889.
Zuckerkandl, E., *Im Handbuch der Zahnheilkunde v.* **Scheff**, *Bd I*, 1891 (*Litteratur*).

2. Eigentliches Schlundbogenskelet.

Das knorpelige Schlundbogenskelet hängt beim Menschen mit den periotischen Knorpelkapseln (Petrosum) des Knorpelcraniums zusammen und erreicht seine vollkommenste Ausbildung gegen Ende des 3. Fötalmonats. An seiner Außenseite über ihm entstehen: 1) ohne knorpelige Vorstufe jederseits eine Unterkieferhälfte, sowie ein kleines, später mit dem Hammer verwachsenes Knochenstück (Proc. longus mallei); 2) auf Kosten des Knorpels entwickeln sich als definitiv bleibende Skeletteile vorn das Zungenbein und jederseits hinten die drei Gehörknöchelchen (Hammer, Ambos, Steigbügel) und der Griffelfortsatz des Schläfebeins, die demnach sämtlich knorpelig präformiert sind.

Das Zungenbein, Os hyoideum.

Das Zungenbein bildet beim Erwachsenen ein hufeisenförmig, etwa dem Unterkieferbogen ähnlich gekrümmtes Skeletstück, welches zwischen Zunge und Kehlkopfknorpel gelegen und oberhalb des letzteren durch die Haut fühlbar ist. Man unterscheidet an ihm einen mittleren Teil, den Körper, und jederseits von diesem abgehend je zwei Fortsätze, die großen und kleinen Zungenbeinhörner.

Der Körper, Corpus oss. hyoidei, ist eine in querer Richtung länglich-ovale bis rechteckige Knochenplatte mit hinterer konkaver und vorderer unregelmäßig gewölbter Fläche und ist so gestellt, daß die Hinterfläche zugleich nach unten, die vordere mehr nach oben schaut. Die Vorderfläche ist mit einer queren Leiste und oberhalb dieser mit zwei grubenförmigen Vertiefungen versehen, die durch einen kleinen Vorsprung voneinander getrennt sind für Muskelansätze. Das große Horn des Zungenbeins sitzt jederseits dem Körper, mit dem es durch Synchondrose oder Synostose verbunden ist, an und ist rückwärts und wenig lateralwärts gerichtet. Dasselbe ist am Ursprung von oben nach unten platt gedrückt, verschmälert sich gegen sein hinteres freies Ende zu und bildet hier eine kleine knopfförmige Anschwellung.

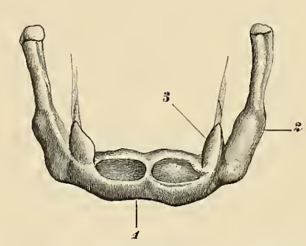


Fig. 83. Zungenbein des Erwachsenen von vorn und oben. *1* Körper. *2* großes Zungenbeinhorn. *3* kleines Zungenbeinhorn. *4* unterstes Stück des Ligamentum stylohyoideum.

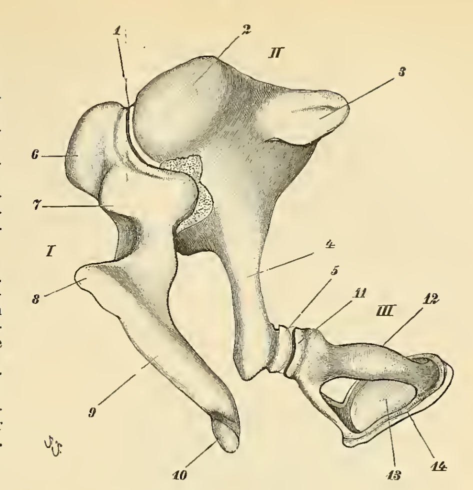
Das kleine Horn, Cornu minus, Cornicula, bildet einen kleinen kugelförmigen Aufsatz, der am Körper oberhalb und medial von der Abgangsstelle des großen Zungenbeinhorns meist durch ein Gelenk damit verbunden ansitzt, und geht an seiner Spitze, die oft knorpelig ist, in einen Bandstrang über, der zum Processus styloideus hinzieht (Lig. stylohyoideum) und durch dessen Vermittelung das Zungenbein an den Processus styloideus angehängt ist (s. S. 304). Alle Teile des Zungenbeins sind knorpelig präformiert (s. S. 305). Das kleine Horn bleibt oft zeitlebens knorpelig; manchmal schreitet seine Verknöcherung ins Ligam. stylohyoideum hinein weit fort, so daß es dann zu einem langen dünnen Knochenstab verlängert erscheint. — Das Zungenbein kommt beim Kehlkopf wieder zur Sprache.

Die Gehörknöchelchen.

Die drei Gehörknöchelchen: Hammer, Malleus; Ambos, Incus; Steigbügel, Stapes, sind sämtlich untereinander durch Gelenke verbunden. Ihre definitiven Formen sind in Fig. 86, 85 und 84 und deren Erklärung ersichtlich. Die eingehende Beschreibung derselben läßt sich bei der Anatomie des Gehörorgans, in dessen speciellen Dienst diese Knochengruppe bei Säugetieren getreten ist, nicht umgehen; es wird daher hier davon Abstand genommen.

Die speciellen Beziehungen der Gehörknöchelchen, sowie des Processus styloides zum Schlundbogenskelet des Menschen behandelt der folgende Abschnitt.

Fig. 84.
Linke Gehörknöchelchenkette von lateral-hinten-unten. Vergrößert 7,3-mal. I Hammer, II Ambos, III Steigbügel. *1* Hammer-Ambosgelenk. *2* Amboskörper. *3* Processus brevis. *4* Processus longus. *5* Processus lenticularis. *6* Hammerkopf. *7* Crista des Hammers. *8* Processus brevis (obtusus). *9* Manubrium mallei. *10* Ende desselben. *11* Gelenkspalte zwischen Steigbügel und Ambos. *12* hinterer Steigbügelschenkel. *13* Fußplatte des Steigbügels. *14* konkaver unterer Rand derselben.



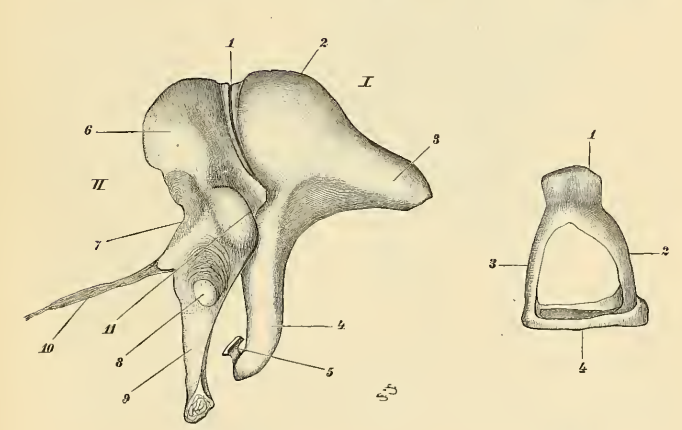


Fig. 85. Fig. 86.

Fig. 85. Laterale Ansicht von I Ambos, II Hammer, der linken Seite. *1* Gelenkspalte zwischen Hammer und Ambos. *2* Körper des Ambos. *3* kurzer (horizontaler) Fortsatz. *4* langer (senkrechter) Fortsatz. *5* Processus lenticularis. *6* Hammerkopf. *7* Hals des Hammers. *8* Processus brevis (= lateralis). *9* Manubrium mallei. *10* Processus longus mallei (Proc. Folii). *11* Crista mallei. 7,3-mal vergrößert.

Fig. 86. Linker Steigbügel. *1* Köpfchen. *2* hinterer Schenkel. *3* vorderer Schenkel. *4* Fußplatte. 7,3-mal vergrößert.

Entwickelung der knorpelig vorgebildeten Teile des Schlundbogenskelets.
(Gehörknöchelchen, Griffelfortsatz, Zungenbein.)

Knorpelige Teile beginnen schon vor Auftreten des Labyrinthknorpels [ZONDECK] in der 5. und 6. Fötalwoche aus dem skeletogenen Bindegewebe im ersten und zweiten Schlundbogen (Fig. 61) und ihrem Uebergangsstücke ineinander an der dorsalen Seite der ersten Schlundfurche zu entstehen. Der Knorpel des ersten Schlundbogens, Unterkieferbogens (Mandibularbogens), ist die Mandibularspange oder der MECKEL'sche Knorpel (Fig. 87 *3*), der des zweiten Schlundbogens (Hyoidbogens) ist die Hyoidspange oder der REICHERT'sche Knorpel (Fig. 87 *5*). Beide sind schlanke Knorpelstäbe, die ihren Schlundbogen der Länge nach ventralwärts durchziehen (ohne sich mit den gleichnamigen der anderen Seite zu treffen) und deren dorsale Enden (wahrscheinlich gleich von Anfang an) durch nicht verknorpelndes

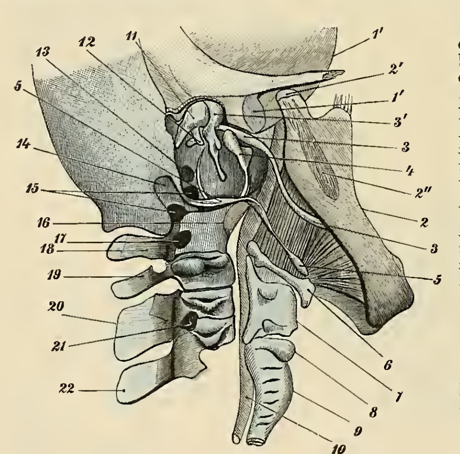


Fig. 142. Schlundbogenskelet eines menschlichen Embryos von $3^1/_2$ Monaten, etwa $2^1/_2$ mal vergrößert. *1* Squama ossis temporalis. 1' Fossa mandibularis. *2* Unterkiefer; *2'* dessen Gelenkkopf; *2''* spongiöser Knochenstreif, der die stattgehabte Wachstumsrichtung des Gelenkkopfes erkennen läßt. *3* MECKEL'scher Knorpel, dadurch sichtbar gemacht, daß der Unterkiefer aus seiner Gelenkverbindung herausgehoben ist. *3'* Hammer in kontinuierlicher Verbindung mit dem MECKEL'schen Knorpel. *4* Annulus tympanicus (Deckknochen). *5* REICHERT'scher Knorpel, oben Anschwellung des stylohyale, unten des apohyale. *6* Zungenbeinkörper und großes Zungenbeinhorn. *7* Schildknorpel. *8* Ringknorpel. *9* Luftröhre. *10* Speiseröhre. *11* Ambos. *12* Steigbügel, an der Fenestra ovalis befestigt. *13* Fenestra rotunda (cochleae) im Petrosum. *14* Foramen stylomastoideum. *15* zwei Abteilungen des Foramen jugulare. *16* Pars basilaris oss. occipitis. *17* Canalis hypoglossi. *18* Exoccipitale (Partes lateral. oss. occip.). *19* Atlas. *20* Epistropheus. *21* Foramen intervertebrale. *22* dritter Halswirbel.

skeletogenes Gewebe zusammenhängen. Dieses ligamentöse Gewebe, welches die Knorpel der Mandibularspange und Hyoidspange voneinander trennt, entspricht dem späteren Haftband (Ligamentum incudis), des hinteren Ambosschenkels (Processus brevis), an die Labyrinthkapsel. Kaudal von ihr wird das dorsale Ende des REICHERTschen Knorpels, später ganz vom Knorpel des Petrosum aufgenommen (s. Fig. 77 *13*, 87 *5*; Processus styloideus, S. 183, 217). Kranial da-

von in der Gegend der Fossa incudis (S. 177) liegt das dorsale Ende des MECKEL'schen Knorpels. Im Anschluß an letzteres bilden sich die Gehörknöchelchen. Von diesen sind Hammer und Ambos ganz im Niveau des ersten Schlundbogens und in direkter Fortsetzung der Mandibularspange gelegen (Fig. 87 *3*, *3'*, *11*).

Am Schluß des 2. Embryonalmonats findet man nämlich das dorsale Ende des noch sehr zarten MECKEL'schen Knorpels mit zwei hintereinander gelegenen Anschwellungen aus knorpelbildenden Bindegewebe versehen. Die hintere derselben ist die Anlage des Ambos und hängt abwärts mit dem erwähnten Ligament zum REICHERT'schen Knorpel kontinuierlich vor der Labyrinthkapsel durch einen Ausläufer zusammen, welcher später zum Processus brevis incudis wird. Der Processus longus incudis entwickelt sich später als besonderer Fortsatz nach unten. Die vordere Anschwellung ist die Anlage des Hammerkopfes, Caput mallei. Sie treibt schon früh abwärts einen Auswuchs, die Anlage des Hammerhandgriffes, Manubrium mallei. Die Trennung der Anlagen von Hammer und Ambos tritt schon um die 8. bis 10. Embryonalwoche gleich bei ihrer Verknorpelung durch eine nicht verknorpelnde Bindegewebsschicht dazwischen ein, später bei 7 cm langen Embryonen [ZONDECK] durch Bildung der Gelenkspalte zwischen beiden. Von da ab erscheint der MECKEL'sche Knorpel als ein kontinuierlicher Fortsatz (Processus Meckeli) des Hammers. An der Außenseite dieses Fortsatzes entstehen hintereinander als Deckknochen die Anlage des Unterkiefers und dorsal von ihm im dritten Monat die Anlage des Processus longus mallei (Processus Folii). Der Knorpelfortsatz selbst vergeht später.

Der knorpelig präformierte Teil des Hammers verkalkt im 4. Monat und verschmilzt nach völliger Verknöchernng mit dem Processus longus im 7. Fötalmonat.

Zwischendurch wird der MECKEL'sche Knorpel in der Zeit vom 3.—5. Fötalmonat zu einem langen Knorpelstab, der stets, von einer dicken Bindegewebsscheide ganz eingehüllt, in einer Furche an der medialen Seite der Unterkieferanlage unterhalb des Foramen mandibulare und der Ansatzlinie des Musculus mylohyoideus verläuft. Sein Vorderende bleibt von dem symmetrisch gelegenen der anderen Seite getrennt, biegt um das Vorderende seiner Leitfurche im Unterkiefer mit einer hackenförmigen Spitze (Hamulus proc. Meckeli, HANNOVER) aufwärts und endet in einer tütenförmigen Vertiefung des Kiefers. Mit dem (im 3. Monat 4 mm breiten) Symphysenknorpel der Unterkieferanlagen steht er ebensowenig in Zusammenhang, wie mit der Knochenbildung des Unterkiefers, der sein eigenes Periost hat. Dagegen geht die Scheide des MECKEL'schen Knorpels später in der Knochensubstanz des Unterkiefers auf.

Der Steigbügel entsteht um die 5. Fötalwoche in einem zwischen Hammer-Ambosanlage und Bildungsgewebe der Labyrinthkapsel eingeschalteten Blastemlappen als selbständiger einheitlicher Ring (Annulus stapedialis) um die vergängliche Arteria stapedialis (SALENSKY, SIEBENMANN 1894) und differenziert sich später in die Fußplatte und den Bogenteil mit seinen Anhängen. (Nach ZONDECK soll er ursprünglich mit dem Blastem der Hyoidspange, von der er sich aber sehr bald trennt, zusammenhängen und soll die Verknorpelung seiner Lamina stapedialis, die im Blastem für die Labyrinthkapsel liegt, der Knorpelbildung in letzterer vorangehen). Bei 4-monatlichen Föten ist er ganz knorpelig. Seine Verknöcherung beginnt an der Stelle

des Muskelansatzes in den Crura, ist vollendet im 5. Monat bis auf das Capitulum mit dem kleinen Knochenkern des Os lenticulare daran.

Die Gehörknöchelchen sind in früher Zeit unverhältnismäßig groß; im 3. Embryonalmonat besitzen sie $^1/_3$ der definitiven Größe; letztere ist zur Zeit der Geburt schon fast vollkommen erreicht.

Der Knorpel des 2. Schlundbogens (Zungenbeinbogen) ist im 3. Monat von der Ambosanlage bereits getrennt (REICHERT'scher Knorpel) und mit dem Knorpel der Pars petrosa vorn vom Foramen stylomastoideum verbunden. Er zieht in zweimal rechtwinklig geknicktem Verlauf lateral vom unteren Rande des Annulus tympanicus (Fig. 87 *4*) vorbei vorwärts und geht in das kleine Horn des Zungenbeins über.

In seinem hinteren dorsalen Ende entstehen nacheinander drei Knochenstücke, das schon erwähnte Tympanohyale (FLOWER), [Prolongement hyoidien SAPPEY's], das Stylohyale und Keratohyale (GEOFFROY ST. HILAIRE), Fig. 88. Während das Tympanohyale schon früh in der Knochenröhre des Petrosum fest wächst (S. 183 u. 217) entsteht das Stylohyale aus einem Verkalkungspunkt der gegen das 30. Lebensjahr im Knorpel auftritt und verwächst mit ersterem gegen das 40. Lebensjahr um den dann etwa 3 cm langen Processus styloideus zu bilden. — Das Keratohyale ist individuell sehr verschieden groß und bis gegen das 60. Lebensjahr (SAPPEY) durch elastische Bänder an der Spitze des Stylohyale befestigt. Durch Verknöcherung dieser Bandmasse wird es zu einem Zuwachs des Processus styloideus, der nunmehr bis 6 cm lang erscheint. Im unteren oder Zungenbein-Ende der Hyoidspange entwickelt sich ein Knochen, das kleine Zungenbeinhorn, Apohyale (GEOFFROY). Die zwischen diesem und dem Keratohyale befindliche Strecke bleibt knorpelig oder wird zu einem Bande, Ligament. stylohyoideum, durch welches das Zungenbein am Schläfebein beweglich aufgehängt ist. Seine Länge wächst mit der Höhenzunahme des Gesichtsschädels. Abnormerweise verlängern sich auf Kosten des Bandes die knöchernen Teile der Hyoidspange und entwickeln knotig aufgetriebene Enden (SAPPEY). Schon beim 3-monatlichen Fötus bezeichnen vier Anschwellungen des REICHERT'schen Knorpels die Stellen, wo sich später Verknöcherungen bilden werden; dieselben sind in Fig. 87 *5* deutlich zu erkennen. Auch die Biegungen des REICHERT'schen Knorpels zwischen den Anschwellungen des Tym-

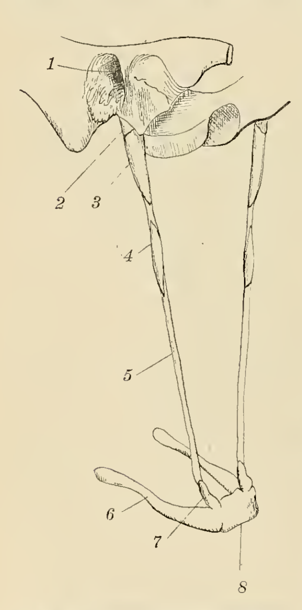


Fig. 88. Skeletteile des Zungenbeinbogens vom Erwachsenen. *1* äußerer Gehörgang. *2* Tympanohyale. *3* Stylohyale. *4* Keratohyale. *5* Ligamentum stylohyoideum. *6* großes Zungenbeinhorn. *7* Apohyale (kleines Zungenbeinhorn). *8* Corpus oss. hyoidei.

pano und Stylohyale, des letzteren mit dem Keratohyale finden sich freilich in abgeschwächter Prägnanz am Processus Styloideus des Erwachsenen.

Die großen Hörner des Zungenbeins und vorbehaltlich besserer Einsicht der mediane Zungenbeinkörper [Copula, Basihyale] werden als die Skeletteile des dritten Schlundbogens betrachtet. Ihre Anlagen sind bis jetzt beim Menschen nicht im Zusammenhang mit dem Primordialkranium gefunden worden.

Ich bemerkte bei einem $3^1/_2$-monatlichen Föt drei kettenartig aneinander gefügte, sehr kleine Knorpelstückchen, die von der Knorpelecke hinter resp. unter dem For. stylomastoideum aus vorwärts in einer Reihe lagen. Ich muß es unentschieden lassen, ob dieselben Reste einer Verbindung mit dem großen Zungenbeinhorn waren.

Für das Studium des menschlichen Knorpelcraniums, welches eine sehr subtile Präparation erfordert, ist es von großem Wert, auf den ersten Blick Knorpel von allem anderen Gewebe ohne mikroskopische Untersuchung unterscheiden zu können. Ich empfehle zu diesem Zweck eine von mir mit vortrefflichem Erfolg angewandte Präparationsmethode, die sich auf die Eigenschaft des Knorpels gründet, einer Lösung von Blutfarbstoff in Wasser den letzteren mit Lebhaftigkeit zu entziehen. Läßt man in einer Lösung frischen Blutfarbstoffes einen Föt 1—2 Tage bei Zutritt von Sauerstoff oder Stickoxyd macerieren, so erscheinen alle knorpeligen Skeletteile desselben prachtvoll korallenrot und heben sich aufs deutlichste von ihrer Umgebung ab, die, falls sie überhaupt mitgefärbt sein sollte, jedenfalls in Wasser im Gegensatz zum Knorpel ihre Farbe außerordentlich rasch abgiebt. Man kann in diesem Zustande das Knorpelskelet vortrefflich präparieren, erkennt sogar die kleinsten punktförmigen Knorpelstückchen, die sonst unfehlbar der Beobachtung entgehen.

Betreffs der umstrittenen Beziehung des Steigbügels zu den Kiemenbogen s. die unten cit. Aufsätze u. Lehrbücher der Entwickelungsgeschichte.

Die betreffs der Homologien der Gehörknöchelchen mit Knochen niederer Wirbelthiere herrschenden Meinungsverschiedenheiten finden sich kurz und treffend besprochen von Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane, 1887, S. 497—498; neuerdings erwägt Broom, ob der Meniscus des Kiefergelenks dem Quadratum der Tiere homolog sei.

Baumgarten, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Gehörknöchelchen, Diss. Berlin* 1892.

Broom, R., *On the fate of the quadrate bone in Mammals, The annals and magazine of natural history S. II Vol.* 6 1890 *p.* 409 (*Litteratur*).

Dreifuss, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Mittelohrs, Morphol. Arb.* 2. *Bd.* 3.

Flower, W. H., *On the connection of the hyoid arch with the cranium, Report of the British Association etc.* 1870, 136—137.

Geoffroy St. Hilaire, *Philosophie anatomique, Paris,* 1818 (*des os anterieur de lapoitrine ect.*), *pg.* 138.

Parker, W. K., *On the structure and developpement of the skull in the pig* (*sus scrofa*). *Philosophical Transactions of th. roy. Soc. of London, Vol.* 164, *pg.* 289 *ff.*, *Taf.* 28—36, 1874.

Politzer, A, *Ueber den Processus styloideus, Beitr. z. Anat. u. Physiol. als Festgabe für Carl Ludwig, Leipzig* 1875, 1. *Hft.* 29.

Quénu, E., *Des arcs branchiaux chez l'homme. These Paris,* 1886 (*viel Literatur*).

Rabl, K., *Ueber das Gebiet des Nerv. facialis, Anat. Anzeiger, II,* 1887, *S.* 219.

Reichert, *Ueber die Visceralbogen der Wirbeltiere etc., Müller's Arch.* 1837.

Salensky, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der knorpeligen Gehörknöchelchen, Morphol. Jahrb.* 6. *Bd.* 415.

Sappey, *Traité d'anatomie descriptive, Paris,* 1888.

Siebenmann, *Mittelohrraum und Gehörknöchelchen des menschlichen Embryos, Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1894, 1. *Abt.* 355.

Zondeck, M., *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Gehörknöchelchen, Archiv f. mikroscop. Anat., Bd.* 44, *S.* 499—509, 1895.

Ferner die Lehrbücher der Entwickelungsgeschichte von **Kölliker, Hertwig, Balfour, Minot, Prenant** *u. a., sowie* **Hannover's** *Abhandlung.*

Der Schädel als Ganzes.

A. Hirnschädel.

1. Verlauf der Schädelnähte.

Die als Nähte benannten Syndesmosen, welche die Schädelknochen zusammenhalten, bilden ein Netz von Linien, welches am intakten Schädel die einzelnen Knochen desselben sichtbar voneinander abgrenzt. Sie werden mit wenig Ausnahmen nach den sie begrenzenden Knochen benannt. Ueber ihre Entwickelung (s. S. 321 ff.). Ihr Verlauf ist folgender:

Eine aus zwei symmetrischen Hälften zusammengesetzte Hauptnahtfolge, die ich Ringnaht nennen werde, verläuft an den Seitenwänden des Hirnschädels ringsum und trennt die typisch selbständig bleibenden Deckknochen, Scheitelbeine und Stirnbeine von den knorpelig präformierten Knochenkomplexen der Schädelbasis oder den mit ihnen durch Synostose verbundenen Deckknochen (Hinterhauptschuppe, Schläfebeinschuppe u. s. w.) (Fig. 1).

Dieselbe beginnt hinten jederseits an der Spitze der Hinterhauptschuppe. Eingeschlossen zwischen dieser und dem Scheitelbein (Sutura lambdoidea sive parietooccipitalis) und stark gewunden begiebt sie sich in vorwärts konvexem Bogen schräg vor-abwärts zur Incisura parietalis des Schläfebeins. Entlang dem oberen Rande der letzteren biegt sie in abwärts konvexer Krümmung gegen den Rand der Schläfebeinschuppe und läuft (als Schuppennaht Sutura squamosa) diesem entlang stark aufwärts konvex, dann am oberen Rande des großen Keilbeinflügels flacher gebogen oder leicht geknickt vorwärts durch das Gebiet der Schläfenfläche und ist soweit in der Seitenansicht des Schädels übersehbar. Von jetzt ab geht sie durch eine spitzwinkelige Knickung, vor welcher die Naht zwischen Stirnbein und Jochbein gelegen ist, auf die Seitenwand der Augenhöhle über und verläuft hier zwischen dem Orbitalteil des Stirnbeins und dem oberen Rande der großen, dann dem Vorderrand der kleinen Keilbeinflügel medial rückwärts. Endlich zieht sie unterhalb des Nasenteils, des Stirnbeins mit einmaliger Zickzackkrümmung der Reihe nach sagittal über das Siebbeinlabyrinth und Thränenbein, medialwärts über Oberkiefer- und Nasenbeine weg zur Vereinigung mit der symmetrischen Nahtlinie.

Von der genannten Ringnaht, und zwar vom oberen Rande des großen Keilbeinflügels aus zieht die Koronalnaht, Sutura coronalis, zwischen Stirn- und Scheitelbeinen rück-aufwärts. Sie stößt in oder zunächst der Medianlinie des Schädeldachs mit der symmetrischen und zugleich in etwa rechtem Winkel mit dem Vorderende der annähernd medianen Sagittalnaht, Sutura sagittalis (Pfeilnaht) zusammen, entlang welcher beide Scheitelbeine getrennt sind (Fig. 102).

Vor der Koronalnaht zieht die in nicht seltenen Fällen auch beim Erwachsenen sich erhaltende Stirnnaht (Sutura metopica, Sutura frontalis) zwischen den beiderseitigen Stirnbeinkomponenten bis zum Margo nasalis und der Naht zwischen den Nasenbeinen, Fig. 59. Ihre annähernd mediane Richtung ist von der der Sagittalnaht unabhängig.

Abwärts von der Ringnaht verlaufen die Trennungsnähte des

Schläfebeins vom Hinterhauptbein und Keilbein zur Schädelbasis und isolieren hier die Schläfebeinpyramide, ferner senkrechte Nähte am Vorderrande des großen Keilbeinflügels und Keilbeinkörpers, ferner des Siebbeins, Thränenbeins, Nasenfortsatzes des Oberkiefers und Nasenbeins entlang den Ansatzlinien und zwischen die Knochen des Gesichtsschädels. Die übrigen Nähte des Gesichtsschädels sind bei dessen einzelnen Regionen besprochen; sie sind teilweise nur im Innern der Nasenhöhle und Augenhöhle sichtbar.

Kurze Bezeichnungen (Broca) für die Vereinigungsstellen von mehreren Nähten sind: Bregma für die von Kranz- und Pfeilnaht, Pterion für die der Ringnaht mit Sphenofrontal- und Temporalnaht (= vordere Seitenfontanelle), Lambda für die von Pfeil- und Lambdanaht, Asterion für die Vereinigung der Lambda, Parietotemporal- und Occipitotemporalnaht (= hintere Seitenfontanelle). S. S. 323.

Nach der Regel: Vorzeitige Synostose führt zu Craniostenose in senkrechter Richtung zur synostosierten Naht und zu kompensatorischer Schädelerweiterung in senkrechter Richtung zur offen gebliebenen Nachbarnaht, erklärt es sich, daß vorzeitige Obliteration der Sagittalnaht mit Ausbildung kahnförmiger Schädelformen (Scaphocephalie), Obliteration der Lambdanaht mit einer spitz in die Höhe getriebenen Stirnbildung (Oxycephalie) häufig vergesellschaftet ist. S. S. 324.

Sander, *Ueber eine Schädeldecke mit persistenter, abnorm gelagerter Stirnnaht. Berliner klin. Wochenschrift* 1875. *No.* 7.

v. Bardeleben, K., *Ueber die Abweichung der Sutura frontalis persistens und der Sutura sagittalis von der Medianlinie. Korrespondenzbl. der deutsch. Gesellsch. f. Anthropologie* 1877, 36.

Hamy, *Étude sur la genèse de la scaphocephalie. Bulletin de la société d'anthropologie de Paris T. IX.* 1875, 836.

Virchow, R, *Untersuchg. über die Entwickelung des Schädelgrundes, Berlin*, 1857.

2. Allgemeine Formverhältnisse des Hirnschädels.

Schon in früher Entwickelungsperiode, zuerst an den vom Hirnschädel gebildeten oberen Rändern der Höhlen für die Sinnesorgane (Auge, Ohr, Geruch), zeigt sich eine scharfe Abgrenzung der Teile der Schädelkapsel in eine obere gewölbte größere Abteilung (Schädelgewölbe, Schädeldecke) und eine kleinere untere, in transversaler Richtung stärker abgeflachte Abteilung, die Schädelbasis, Schädelgrund. Später wird die an der Grenze beider Abteilungen verlaufende sog. Grenzkante an der Außenseite des Schädels dadurch ringsum kontinuierlich, daß die zur Decke gehörigen Teile sich fast rechtwinklig gegen die der Basis angehörigen abknicken (Fig. 36 u. 40). Der isolierte Hirnschädel gleicht dann einem Ovoid, dessen Unterseite in transversaler Richtung abgeplattet ist. Die Abplattung des Schädelgrundes ändert sich in der Richtung von vorn nach hinten zweimal sehr plötzlich, so zwar daß eine hintere Zone desselben abwärts schwach konvex, eine mittlere von Unregelmäßigkeiten abgesehen im ganzen flach, eine vordere abwärts konkav gestaltet ist. Damit hängt es znsammen, daß die Teile der Schädelbasis sich hinten größtenteils unter das Niveau der Grenzkante des Schädels vorwölben, in der Mitte ungefähr in der Ebene derselben, vorn oberhalb derselben gelegen sind, und die Grenzkante selbst vorwärts an Schärfe im allgemeinen zunimmt.

Die Grenze zwischen Decke und Basis.

Eine scharfe Abgrenzung zwischen Decke und Basis tritt bloß an der Außenfläche des Schädels hervor. Die hier zur kontinuier-

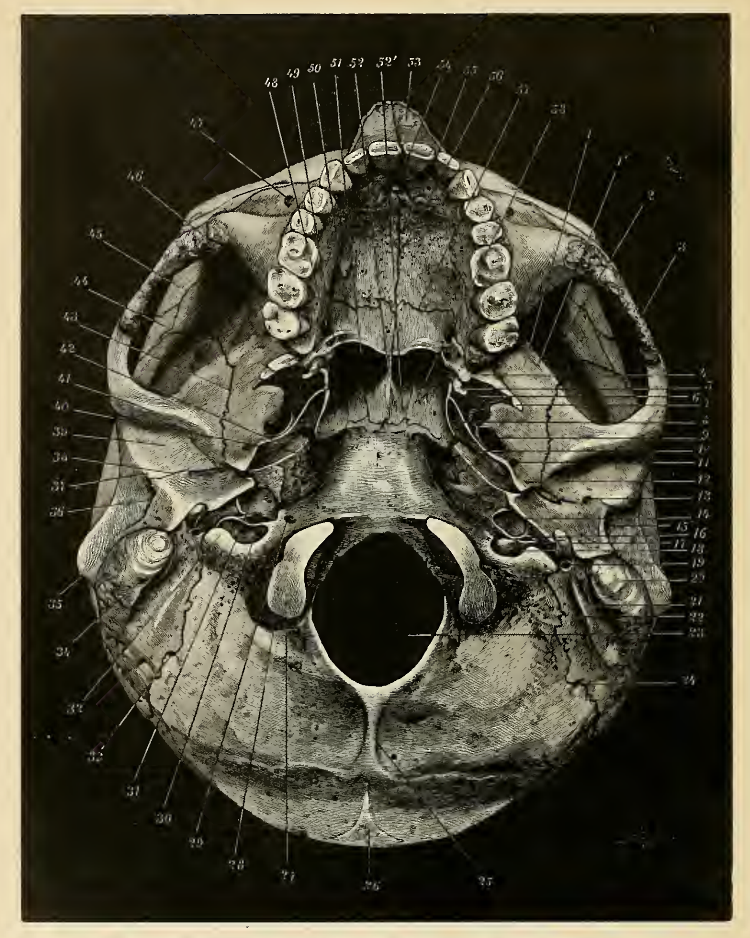


Fig. 89. Erwachsener Schädel nach Fortnahme des Unterkiefers, von unten gesehen. *1* Unterschläfengrube; *1'* Crista infratemporalis. *2* Schläfeugrube. *3* Jochbogen. *4* Processus pyramidalis des Gaumenbeins. *5* Hamulus pterygoideus. *6* Fossa pterygoidea. *7* Spitze der lateralen Lamelle des Processus pterygoideus. *8* Sulcus tubarius. *9* Foramen ovale. *10* Sulcus tubae auditivae, eine vom Canalis musculotubarius aus zum Sulcus tubarius (*8*) unter den Rändern des Petrosum und der Ala magna verlaufende breite Rinne für den knorpeligen Tubenkanal. *11* Foramen spinosum. *12* Spina angularis. *13* persistierendes Foramen jugulare spurium (LUSCHKA). *14* untere Oeffnung des Canalis caroticus. *15* Meatus auditorius externus. *16* Fossula petrosa (Ap. inf. canalic. tympanici). *17* Processus styloideus.

18 Foramen jugulare. *19* Foramen stylomastoideum. *20* Processus mastoideus. *21* Incisura mastoidea. *22* Sulcus pro arteria occipitalis. *23* Foramen occipitale. *24* Emissarium mastoideum. *25* Linea nuchae mediana. *26* Protuberantia occipitalis externa. *27* Processus condyloideus. *28* Fossa condyloidea (mit Emissarium condyloideum). *29* eine eigene Oeffnung für den Sinus petrosus inferior. *30* Foramen jugulare und *31* Canalis caroticus, beide Oeffnungen größer als die der linken Seite. *32* Processus paracondyloideus. *33* Emissarium mastoideum in der Sutura occipito mastoidea. *34* Processus mastoideus. *35* Wulst an der Uebergangsstelle der Linea temporalis in die hintere Kante der Jochfortsatzwurzel. *36* Meatus auditorius externus. *37* Conus articularis (Tuberculum articulare postic.). *38* Spina tympanica anterior, medial davon die Fissura petro-tympanica (Glaseri). *39* Fossa mandibularis. *40* Foramen lacerum. *41* Tuberculum articulare. *42* Fissura sphenopetrosa. *43* Sutura sphenotemporalis. *44* vordere untere Ecke des Parietale. *45* Facies temporalis des Stirnbeins. *46* Tuber malare des Jochbeins. *47* Foramen infraorbitale (Oberkiefer). *48* Foramen pterygopalatinum. *49* ein Foramen palatinum posterius. *50* horizontale Platte des Gaumenbeins. *51* Choane. *52* Vomer; *52'* Ala vomeris unterhalb des Keilbeins. *53* Nasenbein. *54* Foramen incisivum. *55* Rest der Sutura incisiva. *56* Sagittale (mediane) Gaumennaht. *57* quere Gaumennaht. *58* Processus vaginalis des Keilbeins (von der medialen Lamelle des Processus pterygoideus).

lichen Grenze zusammentretende Reihe von Knochenkanten beginnt in der Protuberantia occipit. extern. (Fig. 1 *1*, Fig. 89 *26*) und zieht entlang der Linea nuchae superior, bis diese sich über die Außenfläche des Processus mastoideus abwärts verliert, lateral-vorwärts (Fig. 1 *2*) über die Ursprungsstelle des Processus mastoideus, zum oberen Rande der äußeren Ohröffnung (Meatus acusticus externus), der Stelle, oberhalb der der Schädel seine größte Breite erreicht und unterhalb welcher die flachere, mittlere Zone der Schädelbasis plötzlich sich von der hinteren leicht konvexen absetzt. Vorn davon läuft die Grenzkante mit der gleichnamigen der anderen Seite konvergent, wird vorübergehend zum Ursprung des Jochfortsatzes (Fig. 1, Fig. 89, Fig. 91), setzt sich als Linea infratemporalis (Fig. 89 *1'*, Fig. 91 *14*) über Schläfebeinschuppe und großen Keilbeinflügel gegen die untere Ecke der Crista zygomatica der letzteren fort (Fig. 91 *9*), mit der sie einen annähernd rechten, medialwärts einspringenden Winkel einschließt, der jederseits den Endpunkten des schmälsten Querdurchmessers der Schädelbasis und der Schläfengegend entspricht (Schläfenenge, Fig. 91, Fig. 89). Vorn hiervon steigt im Verlauf der Crista zygomatica die Grenzkante divergent mit der der anderen Seite senkrecht aufwärts zum Processus zygomaticus des Stirnbeins (Fig. 91 *48*), der breitesten Stelle der Stirn, um schließlich entlang dem aufwärts konvexen Bogen des oberen Randes der Augenhöhle (Margo supraorbitalis, Fig. 91 *49*, Fig. 60) den Nasenrand (Margo nasalis) des Stirnbeins zu erreichen und hier mit der Grenzkante der anderen Seite zusammenzutreffen. Entlang der parallel und senkrecht durch die Crista zygomatica gelegten Ebene (= Ebene der Superficies orbitalis des großen Keilbeinflügels) stuft sich plötzlich die mittlere Höhenzone der Basis gegen die oberhalb der Horizontalebene gelegene vordere ab.

Das Schädelgewölbe, Calvaria.

Das Schädelgewölbe erhebt sich von der Grenzkante aus steil ansteigend und bildet eine aus platten Knochen zusammengesetzte, ziemlich gleichmäßig ovale Knochenschale. An ihrem Aufbau beteiligen sich das Stirnbein, der Interparietalteil der Schuppe des Hinterhauptbeins, die Seitenwandbeine, die Schuppe des Schläfebeins und ein Teil des großen Keilbeinflügels.

Die Schädelbasis. (Allgemeine Einteilung derselben.)

Nur ein Teil der die Schädelbasis zusammensetzenden Knochenteile ist so platt, daß die obere und untere Fläche derselben fast parallel liegen. Besonders dünne Stellen sind die unter den Fossae cerebellares gelegenen Teile der Hinterhauptschuppe, die Decke der Fossa mandibularis, zuweilen die Decke der Augenhöhle. Demgegenüber sind als sehr dicke Teile der Basis hervorzuheben die beiden Schläfebeinpyramiden, das Vorderende des Basalteils des Hinterhauptbeins und der Keilbeinkörper zwischen den Spitzen der ersteren.

Die beiden Schläfebeinpyramiden liegen mit hinterer und vorderer Kante in der Ebene der Schädelbasis selbst, während die obere Kante gleich wie die untere frei an der oberen und unteren Seite derselben vorspringen. Sie konvergieren vorwärts miteinander in wenig individuell wechselndem, beim Erwachsenen (brachycephalen) Menschen etwa rechtem Winkel, ohne sich in der Medianlinie zu treffen, da die Breite des Sphenobasilarteils zwischen die Vorderenden der Pyramiden eingeschoben ist (Fig. 89, 90, 91).

In der Mitte der Unterseite der Schädelbasis bildet diese Gegend eine ziemlich ebene, viereckige Fläche, die vorwärts durch die Unterfläche des Keilbeinkörpers (sog. Processus vaginales, Conchae sphenoidales, Fig. 91 *42*) und der Alae vomeris fortgesetzt wird. In derselben Horizontalebene wie diese und nur durch die Wurzel der Processus pterygoidei von ihr getrennt, liegt beiderseits die Unterschläfenfläche, Facies infratemporalis (Fig. 89 *1*).

Ihre hintere Abgrenzung, der Hinterrand des großen Keilbeinflügels, steht schief zur Medianlinie, ebenso ihre vordere Grenze, die Crista sphenomaxillaris. Die fast senkrechte Ebene, in welcher letztere in lateral-abwärts konkavem Bogen zu dem Processus pterygoideus herabläuft, ist der Orbitalfläche des großen Keilbeinflügels parallel, nur um wenige Millimeter rückwärts dagegen verschoben (Fig. 18 *28*). Ebenso fällt die Facies sphenomaxillaris des Processus pterygoideus des Keilbeins mit der vorderen Oeffnung des Canalis rotundus und Canalis vidianus und dem Sulcus pterygopalatinus in diese Parallelebene zu der Orbitalfläche des großen Keilbeinflügels. Visiert man genau über letztere Fläche resp. deren in gleicher Ebene liegende Ränder, die Crista zygomatica und infraorbitalis, so streift die Visierlinie den Vorderrand des Processus pterygoideus derselben Seite und zieht entlang der unteren Kante der Schläfebeinpyramide der gegenüberliegenden Seite über den Processus styloideus, das Foramen stylomastoideum bis zum Processus mastoideus hin. Parallel dazu verläuft die obere Kante der gleichseitigen Schläfebeinpyramide an der Innenfläche des Schädels. Eine durch die genannten Teile gelegte Ebene steht bei aufrechter Haltung des Schädels etwa senkrecht und wird von der symmetrisch gelegten Ebene ungefähr rechtwinklig geschnitten. Beide Ebenen sind die Haupt-Richtebenen der Schädelbasis und schneiden die letztere in schräger Richtung zur Medianlinie. In oder entlang ihren Schnittlinien mit der Schädelbasis erfolgt die Haupteinteilung, Hauptabstufung und Anordnung aller Besonderheiten der letzteren (Henke). [Man ziehe in Fig. 91 die Linie vom Processus zygomaticus des Stirnbeins (*48*) zum Vorderrande des Processus mastoideus der anderen Seite. Nur die in

dieser Richtung liegenden Kanten stehen in der Perspektive des Bildes in totaler optischer Verkürzung.]

Dies Verhalten ist ohne weiteres auffallend für den Niveauwechsel entlang der senkrechten Partie des großen Keilbeinflügels unter der Fissura orbitalis superior, trifft aber nicht minder genau zu für den Niveauwechsel entlang den Kanten der Schläfebeinpyramiden.

Durch die genannten Ebenen würde die Basis des Hirnschädels in vier Felder, welche an der oberen Seite der Schädelbasis ebenso viel grubenförmigen Abteilungen (Schädelgruben) entsprechen (Fig. 90), eingeteilt werden, ein hinteres (= Boden der hinteren Schädelgrube), ein vorderes (= Boden der vorderen Schädelgrube) und zwei seitliche, paarige (= Boden der mittleren Schädelgruben), die in der Mitte spitz zusammenstoßen würden. Nun ist eine derartige Einteilung am Schädel zum Teil sehr deutlich erkennbar durch eine Reihe vorspringender Kanten sowohl an der Außen- als an der Innenseite der Schädelbasis, nur ist sie nicht bis zur Medianlinie durchgeführt. Hier ist diese Einteilung, die offenbar von W a c h s t u m s v e r h ä l t n i s s e n d e s G e h i r n s sich ableitet, an einer (zwischen Teilen des Entodermrohres, Hypophysis und Rachen) entwickelten medianen Partie nicht durchgeführt und zwar an der unteren Seite der Schädelbasis in dem Feld, welches zwischen den Wurzeln beider Processus pterygoidei und dem Vorderrande des Keilbeinkörpers eingeschlossen ist; an der oberen Seite der Basis im Gebiet der Hypophysengrube, welches die seitlichen Abteilungen (mittlere Schädelgruben) voneinander trennt und dessen hinterer Rand (Dorsum sellae) und vorderer Rand (Tubercul. sellae) sich bis zum Niveau der vorderen Schädelgrube (also bis zur Höhe der Stirnnasennaht) erheben. Die seitlichen Ecken dieser Ränder (Processus clinoidei posteriores und die weniger konstanten Proc. clinoidei medii) bezeichnen hier jedesmal die medialen Endpunkte der schrägen Linien oder Kanten, welche die Innenseite der Basis in größere Bezirke, die sog. Schädelgruben, einteilen.

Höchst beachtenswert sind die topographischen Beziehungen des visceralen Schädelabschnitts zu den schrägen Richtebenen der Basis. Alle Knochenteile nämlich, welche die Scheidewand der Augenhöhle und Schläfengrube und die Facies infratemporalis des Oberkiefers bilden, liegen in derselben fast senkrechten Ebene (schräge Vertikalebene des Gesichts, Henke), wie die Crista zygomatica und infraorbitalis und die Orbitalfläche des Keilbeinflügels derselben Seite, d e m n a c h l i e g e n a u c h s ä m t l i c h e L ö c h e r, F i s s u r e n u n d K a n ä l e, w e l c h e d i e s e W ä n d e d u r c h s e t z e n o d e r n e b e n i h n e n v o r b e i g e h e n, i n d i e s e r E b e n e, d. h. s ä m t l i c h e D u r c h t r i t t s l ö c h e r f ü r G e f ä ß e u n d N e r v e n z u d e n H ö h l e n d e s G e s i c h t s s c h ä d e l s (Canalis opticus, Fissura orbitalis superior und inferior, vordere Oeffnung des Canalis rotundus, des Can. vidianus, der Fissura sphenomaxillaris des Foram. pterygopalatinum, hintere Oeffnung des Can. infraorbitalis, For. alveolaria posteriora). Entlang der Fortsetzung dieser Ebene nach der anderen Seite findet sich ferner die hintere Grenze des Verlaufs des knorpeligen Tubenkanals und der Mittelohrhöhle bis zum Antrum mastoideum, die Verwachsungslinie des Os tympanicum mit dem Petrosum in der Crista petrosa. In paralleler Linie davor und vor dem Mittelohrkanal gruppieren sich die Fissura glaseri (Durchtritt der Chorda tympani), das Foramen spinosum, Foramen ovale. Die Wichtigkeit dieser Ebene für die topographische Orientierung erhellt aus dem Gesagten.

Diese Verhältnisse finden sich auch bei Tieren, wo die Ebenen sich spitzwinkelig kreuzen und dürften eine allgemeinere Bedeutung haben, die noch genauer zu erforschen wohl der Mühe wert wäre. S. S. 367.

Die jedem Schädel beinahe zukommende Asymmetrie bedingt zuweilen geringfügige Abweichungen der kreuzweisen Einteilung des Schädelgrundes von einer geometrisch genauen Durchführung derselben.

Henke, *Lehrbuch der topographischen Anatomie.*
Luschka, *Anatomie*, *Bd.* 3.

3. Formverhältnisse an der Innenseite des Hirnschädels.

An der Innenfläche der Schädelbasis werden einerseits durch den Rand der kleinen Keilbeinflügel und des Limbus sphenoidalis dazwischen (Fig. 90 *6*), ferner durch den Verlauf der oberen Kante der Schläfebeinpyramiden mit dem Dorsum sellae zwischen ihren vorderen Enden drei hintereinander gelegene Bezirke voneinander abgegrenzt, ein hinterer, ein mittlerer, ein vorderer.

In dem hinteren Bezirk, der hinteren Schädelgrube, findet sich in der Tiefe das große Hinterhauptsloch für den Durchtritt des verlängerten Marks. Der hintere Teil seines Randes (s. Fig. 49) steht tiefer als der vordere und ist von einem Wulste gesäumt, aus dem die mediane Crista occipitalis sich rückwärts in die Höhe zieht, um die sehr dünnwandigen Fossae cerebellares des Occipitale voneinander zu trennen. Die Ergänzung der letzteren wird vorn durch die Pars mastoidea und Petrosa des Schläfebeins gebildet. Von den oberhalb und vorn von den Hinterhauptscondylen gelegenen Teil des Randes erhebt sich, sehr steil ansteigend, die Fläche des Sulcus pro medulla oblongata, eingefaßt von dem Wulst des Tuberculum jugulare (Fig. 90 *24*). Zwischen diesen und den Condylen durch (Fig. 40 *11*) geht in transversaler Richtung der Canalis hypoglossi (Fig. 90 *27*, Fig. 49 *33*), quer über das Tuberc. jugulare zieht die Furche für den 9., 10., 11. Hirnnerven gegen die mittlere Abteilung des Foramen jugulare (Fig. 90 *23*). Des letzteren Rand liegt fast in senkrechter Ebene, unten durch die Incisura jugularis des Hinterhauptbeins, oben durch die des Schläfebeins gebildet. Der konstante Einschnitt im oberen Randteil abwärts vom Eingang in den Porus acustic. intern. wird durch den Eingang zum Aquaeductus cochleae bedingt. Lateral sowohl als medial von diesem können vorspringende Knochenzacken des Schläfebeins und Hinterhauptbeins das Foramen jugulare in Abteilungen zerlegen. Die hintere Abteilung, rückwärts vom Processus jugularis des Hinterhauptbeins begrenzt (Fig. 90 *25'*), dient zum Durchtritt des Sinus transversus (Fig. 90 *26*) und ist dementsprechend gewöhnlich auf der rechten Seite überwiegend weit. Die mittlere Abteilung dient den 9.—11. Hirnnerven, die vordere dem Sinus petrosus inferior zum Austritt aus der Schädelhöhle. Der zur Leitung des letzteren bestimmte Sulcus petrosus inferior (Fig. 90 *21*) wird je zur Hälfte von Schläfebeinpyramide und Körper des Hinterhauptbeins zusammengesetzt, an deren Grenze er bis an das Foramen jugulare oder ein eigenes Durchtrittsloch (Fig. 89 *28*) rückwärts zieht. Beim Neugeborenen ist er durch Knorpel manchmal zum Kanal überbrückt. Sein vorderes Ende liegt in einem Ausschnitt des Keilbeinkörpers zwischen Pyramidenspitze und Dorsum sellae (Fig. 36 *31—33*). Der Sulcus transversus (Fig. 49 *1*, Fig. 90 *26*) verläuft im Umfang der Fossae cerebellares der hinteren Schädelgrube. Seine hintere Abteilung zieht auf dem Hinter-

hauptbein von der Medianlinie aus transversal und horizontal, überschreitet vorwärts die Stelle, wo Hinterhauptbein, Parietale und Schläfebein zusammentreffen in leicht aufwärts konvexem Bogen, der auf dem Winkel des Parietale einen Eindruck zurückläßt, biegt dann hinter der Basis der Pyramide fast rechtwinklig medialwärts um, überschreitet die Naht zwischen Schläfebein und Hinterhaupt (Exoccipitale), biegt in Viertelkreisbogen (Sulcus jugularis) um den medialen Rand des Processus jugularis ins Foramen jugulare. Das auf dem Schläfebein enthaltene Stück (Fossa sigmoidea) ist, häufiger rechts denn links, ungemein tief, so daß der obere Rand des Sulcus transversus, der in die obere Kante der Schläfebeinpyramide kontinuierlich übergeht, wie ein Dach über ihn vorsteht. Hinter ihm mündet der Sulcus petrosus superior (Fig. 90 *22*) in den Sulcus transversus. An wechselnder Stelle findet sich im Schläfebeinabschnitt die innere Oeffnung des Emissarium mastoideum (für eine Vene und den Ramus meningeus arteriae occipitalis). Die vordere Wand der hinteren Schädelgrube ist durch die hintere cerebrale Fläche der Schläfebeinpyramide und die unbedeutende Ergänzung derselben durch die sehr wechselnd ausgebildete platte Fläche des Processus jugularis des Hinterhauptbeins unter der Synchondrosis petrooccipitalis (Fig. 90 oberhalb *25'*) gebildet. Sie steht sehr steil; ihre Details sind die am Schläfebein beschriebenen und an der Basis des Schädels des Neugeborenen (Fig. 55) vollständiger ersichtlich als beim Schädel des Erwachsenen. Entlang dem Sulcus transversus und dem Sulcus petrosus superior entspringt das (bei Tieren knöcherne) Tentorium cerebelli, entlang der Crista occipital. intern. die Falx cerebelli. Ueber die Forsette vermienne S. 371.

Der mittlere Bezirk. Er zerfällt in einen unpaaren medianen Abschnitt, repräsentiert durch die zwischen Tuberculum sellae und Dorsum sellae eingeschlossene Hypophysengrube (Fig. 90 *11*) und den davor gelegenen Sulcus chiasmatis (Fig. 90 *7*), der durch den Limbus sphenoidalis von der vorderen Schädelgrube abgesetzt ist. Jederseits von diese verläuft der Sulcus caroticus. Er beginnt als Fortsetzung des oberen horizontalen Schenkels des im Inneren der Schläfebeinpyramide eingeschlossenen Canalis caroticus (Fig. 90 *16*) oberhalb des das Foramen lacerum verschließenden Bindegewebes, steigt zwischen Lingula carotica (Fig. 90 *17*) und Processus occipitalis des Keibeinkörpers aufwärts, dann neben der Hypophysengrube medial-vor-aufwärts bis in die Bucht zwischen Tubercul. sellae (Fig. 90 *9*), (Proc. clinoid. medius) und unterer resp. hinterer Wurzel des Proc. clinoideus anterior, mit deren konkavem Hinterrand seine Spur am Knochen sich verliert.

Oberhalb und vorn von diesem Rande führt der Sulcus chiasmatis lateralwärts zwischen den Wurzeln des kleinen Keilbeinflügels in den Canalis opticus (Fig. 90 *8*) über.

Seitlich vom Sulcus caroticus fallen die Oberflächen der paarigen Seitenabteilungen, die mittleren Schädelgruben, ziemlich plötzlich ab. Der Boden einer jeden derselben ist vom großen Keilbeinflügel und der Schläfebeinschuppe, die sich in die Schädeldecke lateralwärts fortsetzen, gebildet, hinten bildet die Vorderfläche der Schläfebeinpyramide, vorn der senkrecht gestellte Abschnitt des großen Keilbeinflügels unterhalb der Fissura orbitalis superior (Fig. 90 *10*) ihre Wand. Ihre Abgrenzung gegen die vordere Schädelgrube durch den

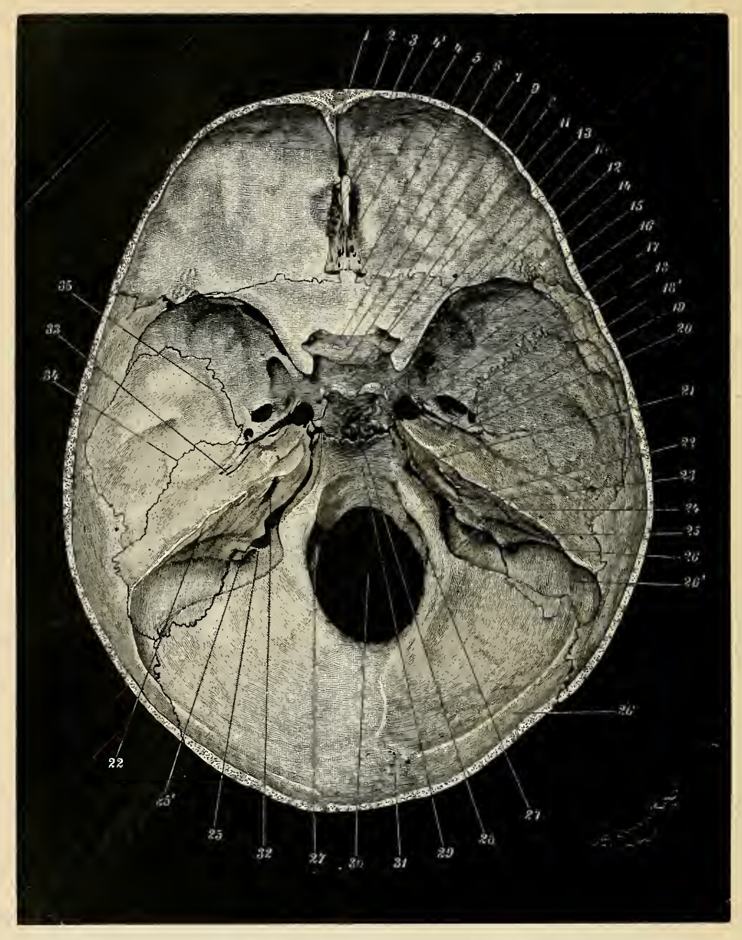


Fig. 90. Schädelbasis (9-jähriger Knabe), von oben gesehen. Schnittrand weiß gehalten. *1* Crista und Sulcus frontalis. *2* Foramen coecum. *3* Crista galli. *4* Lamina cribrosa; *4'* Sulcus uervi ethmoidalis. *5* Eingang in den Canalis ethmoidalis poster. *6* Limbus sphenoidalis. *7* Sulcus opticus. *8* Foramen opticum. *9* Tuberculum sellae. *10* Fissura orbitalis superior. *11* Fossa hypophyseos. *12* Processus clinoideus anterior an der lateralen Seite des Vorderendes des Sulcus caroticus. *13* Dorsum sellae. *14* Foramen rotundum. *15* Processus clinoideus posterior. *16* Sulcus caroticus im Anschluß an die innere Oeffnung des Canalis caroticus vor der Schläfebeinpyramide. *17* Lingula sphenoidalis. *18* Foramen ovale. *18'* Im-

pressio Nervi V. *19* Foramen spinosum. *20* Fissura spheno-petrosa. *21* Sulcus petrosus inferior, in der Tiefe desselben die Synchondrosis petro-basilaris. *22* obere Kante der Schläfebeinpyramide. *23* Mediale Abteilung des Foramen jugulare. *24* Tuberculum jugulare. *25* Kante, die quer durch den Sulcus transversus zum Processus jugularis hinzieht; *25'* (linke Seite der Figur) Processus jugularis. *26* Sulcus transversus. *27* Canalis hypoglossi. *28* Synchondrosis sphenobasilaris. *29* Sulcus pro medulla oblongata (auf der Pars basilaris oss. occipitis). *30* Foramen occipitale. *31* Protuberantia occipitalis interna. *32* Porus acusticus internus. *33* Apertura superior canaliculi und Sulcus nervi tympanici; dahinter der Hiatus canalis facialis und die Furche des Nerv. petrosus superf. major. *34* Sutura petrosquamosa. *35* Sulcus arteriae meningeae.

Hinterrand der kleinen Keilbeinflügel ist eine rückwärts vorspringende Kante, die medialwärts in dem Proc. clinoideus anterior endet (Fig. 90 *12*), lateralwärts in eine niedrige Kante des Stirnbeins und des vorderen, unteren Winkels des Scheitelbeins ausläuft und in ihrer lateralen Abteilung oft von Gefäßfurchen (für den Sinus sphenoparietalis und Aeste der Arteria meningea media) begleitet wird.

Der Boden der mittleren Schädelgruben liegt höher als der der hinteren, indem die Fläche der Schläfebeinpyramide von der oberen Kante aus zu ersterer weniger tief und steil abfällt als zur hinteren Schädelgrube. In ihrer medialen Abteilung finden sich, zu einer parabolischen Reihe geordnet, die hinten am Knie des Canalis facialis unter dem Tegmen tympani anfängt, jederseits die Durchtrittslöcher für Nerven und Gefäße: nämlich der Hiatus canalis facialis (Fig. 90 *33*), die Apertura super. canaliculi und der daranschließende Sulcus nervi tympanici, das Foramen spinosum, das Foram. ovale, die innere Oeffnung des Canalis rotundus, die Fissura orbitalis superior. In der lateralen Partie markiert eine medial-vorwärts ziehende Leiste nahezu genau die Ursprungslinie des Jochfortsatzes an der Außenseite; zwischen der Leiste und der Sutura petrosquamosa (Fig. 89 *34*), findet sich eine der Kiefergelenksfurche entsprechende sehr dünnwandige Vorwölbung. Hinter ihr liegt, vom ebenfalls dünnen, manchmal durchbrochenen Blatte des Tegmen tympani gedeckt, die Paukenhöhle und der Recessus epitympanicus.

Vom Foramen spinosum aus zieht der Sulcus pro arteria meningea media auf dem Rande der Schläfebeinschuppe gegen den vorderen unteren Winkel des Scheitelbeins, teilt sich aber, ehe sie ihn erreicht, in einen vorderen und hinteren Hauptzweig (Fig. 90 *35*), die zur Schädeldecke ziehen.

D i e v o r d e r e S c h ä d e l g r u b e. Ihren Boden bildet hinten die horizontale obere Fläche der kleinen Keilbeinflügel und das Jugum sphenoidale, vor diesen die konvexen Flächen der Partes orbitales des Stirnbeins und die zwischen ihnen verschieden tief eingesunkene Fläche der Lamina cribrosa des Siebbeins (Fig. 90 *3*).

In ihrer Medianlinie erhebt sich die Crista galli unmittelbar hinter dem Foramen coecum (Fig. 90 *2*); hinten wird sie niedriger und ist manchmal mit dem Processus ethmoidalis des Keilbeins verwachsen. Zwischen Seitenrand des Processus ethmoidalis und Lamina cribrosa liegt die Oeffnung des Canal. ethmoidalis posterior (für die Art. ethmoid. post.). Ein in dem Winkel zwischen Crista galli und Processus alaris verdeckt gelegenes Loch dient dem Nervus ethmoidalis und der Arteria ethmoidalis anterior zum Durchtritt zur hinteren Seite des Nasenrückens. Eindrücke und Leisten, die Hirnwindungen entsprechen, finden sich stets scharf ausgeprägt auf den dünnwandigen Orbitalteilen.

Die Innenfläche der Schädelwölbung ist gegen die der Schädelbasis nicht bestimmt abgegrenzt. Beide gehen vielmehr in ausgerundetem Winkel kontinuierlich ineinander über.

Vor der Crista galli des Siebbeins erhebt sich in der Medianlinie die Crista frontalis und verliert sich aufwärts in zwei parallele sagittale, unscheinbare Wülste, die sich entlang der Verbindungsnaht der beiden Scheitelbeine und rückwärts davon bis gegen die Protuberantia occipitalis interna fortsetzen, den hinten an Breite allmählich zunehmenden Sulcus sagittalis eine Furche für den gleichnamigen Venensinus zwischen sich fassen und bis zum Sulcus transversus (gewöhnlich dem rechten) begleiten. Sie bilden zugleich die Andeutung einer Scheidung des Schädelbinnenraums in zwei symmetrische Hälften. Die Innenfläche der Knochen ist mit flachen Eindrücken und Vorsprüngen den Abdrücken des Reliefs der Hirnoberfläche (Impressiones resp. Juga cerebralia), von individuell wechselnder Deutlichkeit versehen. Regelmäßig findet sich eine große Menge von arteriellen Furchen entsprechend dem Verästelungsgebiet der Arteria meningea media. Die Furche für den Hauptstamm dieser Arterie zieht vom Foramen spinosum aus entlang dem Vorderrande der Schläfebeinschuppe schräg vor und lateralwärts und teilt sich gabelig unterhalb des Scheitelbeins in zwei Hauptäste, von denen der vordere (Fig. 49 *9*) hinter der seitlichen Spitze der kleinen Keilbeinflügel dicht hinter der Coronalnaht am Scheitelbein aufsteigt und auch auf das Stirnbein mit vorderen Verzweigungen übergreift, während der hintere (Fig. 49 *5*) nahe dem vorderen Ende der Schuppennaht, mehr rückwärts gerichtet, das Scheitelbein erreicht und sich auf ihm in der Richtung nach der Spitze des Hinterhauptbeins hin verzeigt. Die Hauptfurchen sind manchmal sehr tief und streckenweise von Knochenbrücken zu Kanälen überbrückt. Besonders häufig trifft man dies hinter der lateralen Spitze der kleinen Keilbeinflügel. Feine, Nadelstichähnliche gefäßführende Löcher dringen von den Furchen aus in den Knochen ein, ein größeres zuweilen (für die Arteria lacrimalis) lateral von der Fissura orbitalis superior nach der Augenhöhle durch.

In Begleitung des vorderen Astes läuft oft eine tiefe Furche für den Sinus sphenoparietalis, die vom hinteren Rande des kleinen Keilbeinflügels ihren Ausgang nimmt.

4. Formverhältnisse an der Außenseite des Hirnschädels.

1) Die Unterseite der Basis des Hirnschädels hat durch die mannigfaltigen an sie befestigten Teile des Gesichtsschädels, des Kiefergelenks mit den Kaumuskeln, der Rachenwand mit dem Gehörorgan, der Wirbelsäule mit der Nackenmuskulatur und die dazwischen sie durchbohrenden Gefäß- und Nervenlöcher eine sehr komplizierte Gestalt.

Unter ihre vorderste Partie, die unter der vorderen Schädelgrube gelegen ist und hinten durch die Fissura orbital. sup. und das Planum orbitale des großen Keilbeinflügels (Fig. 91 *8*) begrenzt wird, fügt sich der feststehende Teil des Gesichtsschädels, der Oberkiefer und seine Stützknochen zur Umschließung der Augen- und Nasenhöhle. Die Befestigung des Knochengerüsts des Gesichts erfolgt einmal im Umfang der Incisura ethmoidalis des Stirnbeins (Fig. 91 *4*,

Fig. 18) kontinuierlich; ferner an den oberen und unteren Endpunkten des in der schrägen Richtebene des Schädels gelegenen Kantenverlaufs vom Proc. zygomaticus des Stirnbeins über die Crista zygomatica (Fig. 18 *22*, Fig. 91 *7*, *9*, *15*) zum Vorderrande des Processus pterygoideus. Hier wird speciell das Knochengerüst des Oberkiefers lateral und oben durch Vermittelung des Jochbeins mit dem Stirnbein und Keilbeinflügel unten durch Vermittelung des Gaumenbeins mit dem Processus pterygoideus (Fig. 18 *35*, Fig. 89 *4*) unbeweglich verbunden. Zwischen diesen Verbindungen aber bleibt der Oberkiefer vom Keilbein durch eine zusammenhängende Spalte (die horizontale Fissura orbitalis inferior und die vertikale Fiss. sphenomaxillaris entlang den gleichnamigen Kanten des Keilbeins (Fig. 18 *23*, *28*) getrennt. Die Spalte sowohl als die Befestigungspunkte liegen in derselben, schräg zur sagittalen gerichteten Ebene (schräge Vertikalebene des Gesichts, Henke). Lateral rückwärts von dieser Grenze findet sich an der Schädelunterseite jederseits das Ansatzgebiet für den Muskelapparat des Unterkiefers und dessen bewegliche Befestigung am Schädel im Kiefergelenke.

Die Abgrenzung dieses Feldes geschieht lateralwärts durch die Crista infratemporalis (Fig. 91 *14* und Fig. 89 *1'*), rückwärts durch eine der Schläfebeinpyramide parallele, aber vor ihr herziehende Linie, in der der Reihe nach die Fissura petrotympanica, Foramen spinosum, For. ovale, lateraler Rand der Fossa scaphoidea am hinteren Rande der medialen Lamelle des Processus pterygoideus (Fig. 91 *22*, *21*, *20*, *19*, *18*, *17*, Fig. 89) gelegen sind. Das so begrenzte dreiseitige Feld enthält die Superficies infratemporalis (Fig. 91 *13*) des Keilbeinflügels und der Schläfebeinschuppe, die laterale Lamelle des Processus pterygoideus sowie die Fossa pterygoidea und hinten den vom Schläfebein gelieferten Anteil des Kiefergelenks (Fig. 91 *17*, Fig. 89 *6*, *39*, *41*). Vom lateralen Rande des letzteren aus spannt sich der aus dem Jochfortsatz des Schläfebeins und Schläfebeinfortsatz des Jochbeins zusammengesetzte Jochbogen (Fig. 89 *3*), in derselben Höhe wie das Planum infratemporale vorwärts frei aus wie eine seitliche Strebe zwischen Gehirn- und Gesichts-Schädel und umfaßt mit den oberhalb der Crista infratemporalis gelegenen Teil der Schädeldecke zusammen einen kurzen sehr weiten Kanal das untere Ende der Fossa temporalis, durch welche der Schläfenmuskel zum Unterkiefer hinabtritt (Fig. 89 *2*).

Der unterhalb der Superficies infratemporalis gelegene Raum, dessen vordere Abgrenzung die Superficies infratemporalis des Oberkiefers bildet, heißt Fossa infratemporalis und liegt an der medialen Seite des Unterkieferastes. In ihm kreuzen sich zwischen den von dem Planum infratemporale, der lateralen Seite des Proc. pterygoideus und der Fossa pterygoidea entspringenden Muskeln Nerven und Gefäße für die Höhlen des Gesichtsschädels.

Durch die vorwärts konvergenten höchst unebenen Streifen der Unterseite der Schläfebeinpyramiden wird von der soeben besprochenen Muskelgegend das Gebiet des Hinterhauptbeins abgegrenzt, von im ganzen schwach konvexer ebenerer Oberflächenbeschaffenheit, an dessen lateralste Seite sich ergänzend die Pars mastoidea des Schläfebeins anfügt.

In diesem Bereiche liegt das Foram. occ. magnum, dessen Durchmesser beim Erwachsenen 3—3 $^1/_2$ cm beträgt. Jederseits entlang den lateralen Dritteilen der vorderen Hälfte seines Umfangs liegen

die Condyli occipitales (Fig. 89 *27*, Fig. 91 *34*) zur Gelenkverbindung mit dem ersten Halswirbel, vorn gegen die Pars basilaris stark abwärts vorstehend, hinten meist in eine Vertiefung (Fossa condyloidea mit dem inkonstanten Emissar. condyloideum [postic.]) eingelassen (Fig. 89 *28*), so daß eine in der Längsachse der Gelenkfläche zu ihrem abwärts konvexen Bogen gedachte Sehne bei gewöhnlicher Kopfhaltung ungefähr horizontal stehen würde.

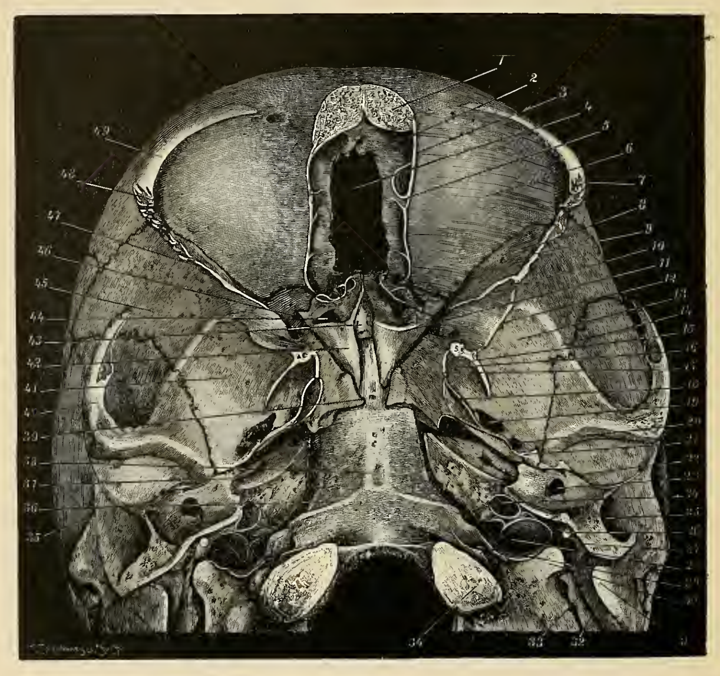


Fig. 91. Schädelbasis des Erwachsenen von unten nach Fortnahme des Nasen- und Kiefergerüsts. Die durch, *48*, den Proc. zygomatic. des Stirnbeins der linken und, *26*, den Processus styloideus der rechten Seite des Präparates gelegte senkrechte Ebene würde in diesem Bilde in totaler optischer Verkürzung erscheinen. Die dazu symmetrische Ebene etwas von vorn, entsprechend der Fläche, *8* (Facies orbitalis) des großen Keilbeinflügels. *1* Margo nasalis des Stirnbeins. *2* Eingang zur Stirnhöhle. *3* Margo orbitalis der Pars ethmoidalis des Stirnbeins; *4* dessen Incisura ethmoidalis. *5* Foramen ethmoidale anterius. *6* Orbitalfläche des Stirnbeins. *7* Processus zygomaticus des Stirnbeins (ebenso *48*). *8* Facies orbitalis des großen Keilbeinflügels. *9* Crista zygomatica desselben. *10* Crista infraorbitalis desselben. *11* Concha sphenoidalis. *12* Crista sphenomaxillaris des großen Keilbeinflügels. *13* Facies infratemporalis desselben. *14* Crista infratemporalis. *15* Durchschnitt des Processus pterygoideus; *16* dessen Fossa pterygoidea; *17* dessen mediale Lamelle. *18* Sulcus tubarius (Fossa scaphoidea) der letzteren. *19* Foramen ovale. *20* Foramen spinosum. *21* Spina angularis des Keilbeins. *22* Spina tympanica anterior des Os tympanicum an der lateralen Seite der Fissura petrotympanica.

23 Ossifikationslücke des Tympanicum, deren medialer Rand den Sulcus tympanicus streift. *24* unterer Eingang in den Canalis caroticus. *25* Meatus acusticus externus. *26* Processus styloideus. *27* Foramen stylomastoideum. *28* Foramen jugulare. *29* Stelle der Ausmündung des Canalis hypoglossi. *30* Processus paracondyloideus. *31* Processus mastoideus. *32* Incisura mastoidea. *33* Sulcus pro arteria occipitali. *34* Processus condyloideus (breite kurze Form). *35* hintere Jochbogenwurzel (Grenze des Planum temporale). *36* Crista muscularis. *37* Pfeil gegen die Oeffnung des Canalis musculotubarius gerichtet. *38* Tuberculum pharyngeum. *39* Proc. vaginalis des Keilbeins. *40* Processus zygomaticus des Schläfebeins. *41* Superficies infratemporalis. *42* Concha sphenoidalis. *43* Rostrum sphenoidale. *44* Oeffnung des Sinus sphenoidalis. *45* Planum temporale. *46* Canalis opticus. *47* Margo zygomaticus des großen Keilbeinflügels. *48* Proc. zygomaticus des Stirnbeins. *49* Margo supraorbitalis des Stirnbeins.

Um diese Gelenkgruppen gruppieren sich die Ansatzfelder der von der Halswirbelsäule zur Schädelbasis aufsteigenden Muskeln. Vor jedem Gelenkkopf findet sich auf dem Basalteil des Hinterhauptbeins ein schmales, durch die Crista muscularis (Fig. 91 *36*) eingenommenes Feld für den Ansatz des Muscul. rectus capitis antic. major und minor. Von diesem durch das Austrittsloch des N. hypoglossis (Canalis hypoglossi, Fig. 91 *29*) getrennt liegt seitlich und hinter dem Gelenkkopf das große Nackenmuskelfeld oder die Nackenfläche des Schädels, Planum nuchae, jederseits bis zur Linea nuchae mediana (Fig. 89 *25*, *26*) und Lin. nuchae superior sich ausbreitend und vorn durch eine transversale Linie begrenzt, die durch den Vorderrand des Proc. transversus und paracondyloideus des Occipitale, hinter dem Foramen jugulare und dem Foramen stylomastoideum zum Processus mastoideus führt (Fig. 89 *30*, *32*, *34*, auch *19*, Fig. 91 *28*, *30*, *27*).

An der Bildung der Nackenfläche beteiligt sich zumeist das Hinterhauptbein; ein Teil der Pars mastoidea des Schläfebeins ergänzt ihre lateralsten Partien. Die Naht, welche beide vereint, verläuft sagittal. An ihrer lateralen Seite und ihr parallel bemerkt man den Sulcus pro arteria occipitalis (Fig. 89 *22*) und hinter diesem an etwas wechselnder Stelle das Foramen mastoideum (Fig. 89 *24* u. *33*) (für die Art. meningea post. und eine Vene), durch welches man sagittal vorwärts in den Sinus transversus gelangt.

Das vor der Crista muscularis gelegene Feld der Pars basilaris oss. occipit. bis zur hinteren Nasenöffnung zwischen den Processus pterygoidei dient zur Anfügung des Rachens, dessen Ansatzgebiet in der Medianlinie hinten durch das Tuberculum pharyngeum (Fig. 91 *38*) bezeichnet wird. Die Fläche des Knochens ist im allgemeinen in querer Richtung konvex, entlang ihren lateralen Rändern aber sind die Furchen, welche sie mit den Schläfebeinpyramiden einschließt, durch Bindegewebsmassen einigermaßen ausgeglichen; ebenso ist die Lücke zwischen der Spitze der Schläfebeinpyramide, Hinterecke des Keilbeinkörpers und dem Basalteil des Hinterhauptbeins, die wechselnde Größe besitzt, Foramen lacerum [anticum] (Fig. 89 *40*), durch Bindegewebsmassen unterhalb der Mündung des karotischen Kanals in den Schädelinnenraum geschlossen.

Zwischen dem Nackenfeld und Rachenfeld einerseits, dem Kaumuskelgebiet andererseits finden sich Durchtrittslöcher der Gehirnnerven, zu den Weichteilen der beweglich mit dem Hirnschädel verbundenen Teile des Visceralskelets (Unterkiefer, Zungenbein, Kehlkopf) und Teilen des Halses, sowie die Eintrittslöcher der großen vom Halse aufsteigenden Gefäßstämme der Schädelhöhle, speciell des Gehirns.

Entlang dem Vorderrande des Nackenfeldes liegt das Foramen jugulare eingeschlossen zwischen gleichnamigen Randeinschnitten des Hinterhaupt- und Schläfebeins und überwölbt von der Fossa jugularis des letzteren. Die äußere Mündung des Canalis hypoglossi, an seiner medialen Seite das Foramen stylomastoideum, an seiner lateralen die untere Oeffnung das Canalis caroticus (Fig. 91 *28*, *29*, *24*, *27*), an seiner vorderen Seite sind wie die Eckpunkte einer dreieckigen Figur dicht darum gruppiert. In einer der Pyramidenlängsachse parallelen Flucht liegen hinter dem Kanal des Mittelohres (Paukenhöhle) das Foram. stylomastoideum, mit dem Processus styloideus davor, der Sulcus rami auricularis nerv. Vagi, die Fossula petrosa des Schläfebeins mit der Apertura inferior canalic, tympanici darin und vor ihm dem unteren Eingang in den Canalis caroticus mit den Canaliculi carotico tympanici.

Vom Processus styloideus an markiert die Richtung der Crista petrosa bis zum Hinterrande der Choane unterhalb des Eingangs in den Canalis Vidianus den Verlauf der Hinterwand des Mittelohrkanals und seiner knorpeligen Fortsetzung bis zum Rachen. Letztere nimmt die Rinne ein, die vom medialen Ende des Canalis musculo tubarius des Schläfebeins hinter der Spina angularis des Keilbeins etwas versteckt beginnt, unter der Fissura sphenopetrosa herzieht und durch die Fossa scaphoidea der medialen Lamelle des Processus pterygoideus ergänzt wird (Fig. 91 *37*; deutlicher Fig. 89 *12*, *10*, *8*). Parallel der Vorderseite der Längsachse des Mittelohrkanals liegen die Fissura petrotympanica hinter der Fossa mandibularis die Spina tympanica anterior, das Foramen spinosum (für die Art. mening. media und der N. meningeus recurrens), das Foramen ovale (für den Ram. III, Nervi V und Venen).

2) Die Außenfläche des Schädelgewölbes.

Auf der Außenfläche des Schädelgewölbes wird rechts und links ein flacheres oberhalb der Grenzkante zwischen Processus zygomaticus des Stirnbeins und Incisura parietalis des Schläfebeins gelegenes Feld, Schläfenfläche, Planum temporale (Fig. 1), gegen den breiten mittleren in transversaler Richtung starker konvexen Flächenstreif abgegrenzt durch die Schläfenlinie, Linea temporalis (s. semicircularis), welche durch Aneinanderschließen der gleichnamigen Teilstücke am Stirn- und Scheitelbein und einen mit der hinteren Jochbogenwurzel zusammenhängenden Wulst der Schläfebeinschuppe zusammengesetzt wird (Fig. 1 *25*). Sehr häufig findet sich jederseits die Schläfelinie in zwei parallel nebeneinander verlaufende Linien eine obere und untere (Lin. temp. sup. und infr.), geschieden, von denen die eine weniger deutlich ist und sich meist gegen die Hinterhauptsschuppe verliert; erstere bezeichnet den Ursprung der Schläfenfascie; letztere begrenzt das Ansatzfeld des Schläfenmuskels. Die Abgrenzung der Schläfenfläche geschieht unten durch die Crista infratemporalis und den Ursprung des Jochfortsatzes des Schläfebeins; vorn abwärts vom Stirnbein durch das Jochbein.

Indem letzteres vor der Schläfenfläche des Schädels stark lateralwärts vorspringt, schließen beide zusammen eine Grube ein, Schläfengrube, Fossa temporalis die aufwärts und abwärts offen steht und nur im Niveau der Crista infratemporalis durch

den Jochbogen auch an ihrer lateralen Seite vollkommen umfaßt wird (Fig. 89 rechts von *1'*; Fig. 1 zwischen *14* u. *25*).

Im Bereich der Schläfenfläche liegen die seitlichen resp. unteren Teile des Stirn- und Scheitelbeins, die Schläfebeinschuppe und ein Teil des großen Keilbeinflügels (Fig. 1 u. 89). Wo die Schläfelinie die Naht zwischen Scheitel und Stirnbein, die Naht zwischen Scheitel und Schläfebein und das Tuber parietale überschreitet, macht sie eine Knickung. Sämtliche Nähte im Bereich der Schläfenfläche sind auffallend wenig zackig; die zwischen Schläfebeinschuppe und Scheitelbein wird als Schuppennaht bezeichnet.

Der mittlere stärker gewölbte Streif des Schädelgewölbes zwischen den Schläfelinien beider Seiten, wird von Teilen des Stirnbeins der Scheitelbeine und der Schuppe des Hinterhauptbeins gebildet und dementsprechend eingeteilt in Stirn, Frons (Sinciput), Scheitel, Vertex, und Hinterhaupt, Occiput. Im Bereich der Stirn und Scheitelbeine finden sich paarige höckerartige Vorbuchtungen, die Stirnhöcker und Scheitelhöcker, und eine ähnliche am .Hinterhaupt, die den Stellen entsprechen, wo zuerst die Knochen konform der mit kürzerem Radius beschriebenen Wölbung des jugendlichen oder embryonalen Gehirns größere Festigkeit erlangten. Die beim Schädelwachstum später angebildeten Randteile der Knochen verlaufen flacher, indem sie sich konform der flacheren Wölbung des größer gewordenen Gehirnes anlegen. Daher finden sich die meist zackigen Nähte, in welchen die Knochenränder zusammenstoßen, oft in flachen mehr oder minder deutlichen Depressionen zwischen den Vorwölbungen, z. B. bei dem die Klinocephalie bedingenden Eingesunken sein der Gegend der Coronalnaht. Der höchste und breiteste Teil der Schädelwölbung ist oberhalb der queren Verbindungslinie der stark prominenten Warzenfortsätze und dem abwärts davon sich schwach vorwölbenden Boden der hinteren Schädelgrube gelegen. Sein Umriß — am übersichtlichsten in der Ansicht auf den Schädel von hinten her zu sehen — verläuft beim Erwachsenen meist ziemlich gleichmäßig oval gewölbt, kann aber durch besonders starke Ausprägung der Schläfelinien jederseits einen stumpfwinkelig gebrochenen Verlauf annehmen. Indem zugleich dabei die zur Medianlinie des Scheitels konvergenten Teile de beiden Scheitelbeine flacher verlaufen, stoßen diese ebenfalls stumpfwinkelig zusammen, wodurch der Gesamtumriß der Hinteransicht des Schädels dann fünfeckig erscheint (Hyrtl Cit. pg. 115).

v. Jhering, *Die Schläfenlinien des menschlichen Schädels. Reichert und Du Bois' Archiv.* 1875. 67. *Taf. VIII.*

5. Entwickelung und Schicksale der Nähte.

Die Deckknochen des Schädeldaches bilden sich von Knochenpunkten aus, die in der äußeren Bindegewebslage der häutigen Vorstufen des Schädeldaches an verschiedenen Orten, weit voneinander entfernt auftreten und wachsend, sich zu schalenförmigen, dem allgemeinen Kopfumfang entsprechend gewölbten, anfänglich sehr dünnen Platten gestalten. Dieselben werden dabei zunächst durch breite Membranen mit den benachbarten Knochen zusammengehalten, welche an den Rändern der jungen Knochen einmal zwischen die Knochenbalken eindringen, mit deren Grundsubstanz sie zusammenhängen, andererseits kontinuierlich die Außen- und Innenseite der Knochen

als Periost überziehen. Die Ausbreitung der Knochen geschieht zunächst hauptsächlich durch Apposition von Knochensubstanz an und in den Rändern der schon gebildeten Knochenteile, und zwar relativ rascher als die allgemeine Vergrößerung der Schädelkapsel fortschreitet. Dadurch werden mit der Zeit die membranösen Vereinigungshäute zwischen den einzelnen Knochen schmäler, so daß schließlich nur noch eine sehr schmale Bindegewebslage zwischen ihnen als Bindeglied bestehen bleibt im Verlaufe der sog. Nähte entlang, welchen die Trennung der Knochen typisch sich erhält. Es kann übrigens, durch nachträgliche Verknöcherung auch dieses Restes des häutigen Craniums, eine Verschmelzung benachbarter Knochen eintreten (Obliteration der Nähte).



Fig. 92. Schädel des Neugeborenen. Profilansicht. Spirituspräparat. *1* Stelle der Stirnfontanelle. *2* hintere Seitenfontanelle. Wo die von *1* und *2* ausgehenden Nahtspalten sich treffen, liegt die vordere Seitenfontanelle. Oberhalb *3* Schläfebeinschuppe mit Paukenring, den Rahmen für das Trommelfell bildend. *4* (dunkler gehalten) Knorpel im Umfang der Nasenöffnung. — Der Schädel stark prognath.

Anfänglich führt das von den Knochenpunkten ausgehende Breitenwachstum zur Bildung rundlich umgrenzter Knochenplatten. Die scharfen Ecken, in welchen vielfach später zwei Ränder der Deckknochen winklig zusammenstoßen, entwickeln sich erst zuletzt. Daher bleibt auch an den Stellen, wo später mehrere Knochenecken im Schädeldach zusammenliegen, die häutige Brücke zwischen ihnen am längsten in größerer Breite erhalten. Solche Stellen, Fontanellen, Fonticuli genannt, finden sich noch am Schädel des nahezu reifen und des ganz reifen Fötus. Speciell zu nennen sind deren folgende:

1) Die Stirnfontanelle, Fonticulus major, vordere Medianfontanelle (Fig. 59 *1*, 92 *1*). Sie besteht regelmäßig beim neugeborenen, ausgetragenen Kinde an der Stelle, wo die queren Koronalnähte mit der sagittalen Parietal- und Stirnnaht zusammentreffen und ist gegen diese hin in Winkel ausgezogen, von denen der zwischen beiden Stirnbeinhälften eingeschlossene der spitzeste ist. Sie besitzt die vierseitige Gestalt eines Papierdrachens, dessen kürzere Seiten von den beiden Scheitelbeinen, dessen längere Seiten von den Stirnbeinen begrenzt werden. Ihr sagittaler Durchmesser beträgt gegen 35 mm, ihr transversaler 25 mm.

2) Die Hinterhauptsfontanelle, Fonticulus minor, hintere Medianfontanelle. ist schon vor der Geburt so weit geschlossen, daß eine größere Diastase der Knochen dann nicht mehr vorhanden ist. Sie entspricht der Stelle, wo die sagittale Parietalnaht mit der Naht zwischen Scheitelbeinen und Hinterhauptsschuppe zusammentreffen. Zuweilen läuft eine die Spitze der Hinterhauptsschuppe teilende Spalte auch in dieselbe ein. Je nachdem erscheint sie als eine dreihörnige oder vierhörnige Figur, in deren Nähe Scheitel und Hinterhauptbeinränder am frühesten gezähnte Beschaffenheit zeigen. Die Spitzen der gegenüberstehenden Zäckchen getrennter Knochen greifen jedoch nicht nebeneinander vorbei. Die zwischen ihnen gelegene membranöse Verbindung der Knochen gewährt Spielraum genug, um eine Verschiebung der Knochenränder gegeneinander zu gestatten.

3) Die vordere Seitenfontanelle, Fonticulus sphenoidalis, besteht noch am Ende des 6. Fötalmonats, ist aber beim reifen Fötus etwa ebenso weit geschlossen wie die Hinterhauptsfontanelle. Sie ist vor dem vorderen unteren Winkel des Scheitelbeines gelegen.

4) Die hintere Seitenfontanelle, Fonticulus mastoideus, (Fig. 92 *2*), findet sich zwischen hinterem und oberem Umfang der Pars mastoidea des Schläfebeins, hinterem unterem Winkel des Scheitelbeins und Hinterhauptsschuppe; sie reicht abwärts bis zu den Seitenteilen (Exoccipitale) des Hinterhauptsbeins. An ihrem Verschluß beteiligen sich Knorpelstreifen des Schläfebeins, die bei fortschreitender Knochenbildung vergehen (Fig. 57 *53*). Beim Neugeborenen stellt sie noch einen etwa senkrechten, $^1/_2$ cm breiten, 2 cm langen, zwischen Schläfebein und Oberschuppe eingeschlossenen Knochendefekt dar, an dessen oberen Ende von hinten die Sutura lambdoidea und die Spalte zwischen Interparietalknochen und Occipitale superius, von vorn die Naht zwischen Schläfe und Scheitelbein, einlaufen. Unten läuft in ihre vordere Ecke die Sutura petrooccipitalis, in ihre hintere Ecke die Naht zwischen Schuppe und Seitenteil des Occipitale ein.

Anomale Fontanellen können durch mangelhaftes Wachstum der Schädelknochen entstehen. Hamy (Ricerche sulle fontanelle anomale del cranio umano, Archivio l'antropologia et la etnologia, vol. II, p. 1) erwähnt solche zwischen Stirn- und Nasenbeinen, in der Stirnnaht (Fontanella frontalis media); in der Occipitalschuppe, F. cerebellosa; in der Sagittalnaht.

Als Nähte bezeichnet man die Verbindungen zweier benachbarter Schädelknochen, sobald deren Ränder so dicht zusammengedrückt sind, daß nur eine etwa $^1/_2$ mm dicke Bindegewebslage zwischen ihnen bemerkbar bleibt. Sie entstehen vom 1. Lebensjahre an. Anfangs verlaufen die Nähte mehr oder weniger geradlinig oder leicht wellig man nennt diese Nahtform Harmonie; sie findet sich fast bei allen

dünnen Gesichtsknochen); im 3. Lebensjahr werden die Nähte buchtiger und zackiger, indem die einander gegenüberstehenden Knochenränder stift- oder zapfenförmig vorspringende Zacken event. seitliche Einkerbungen entwickeln, welche von entsprechenden Vertiefungen des gegenüberstehenden Knochenrandes aufgenommen werden und sich mit den diese begrenzenden Zacken verschränken. Auf der Außenfläche des Schädels zeigt sich diese Zackenbildung am ausgeprägtesten und bleibend. Während daher die Nähte hier vielfach gewunden und buchtig verlaufen, ziehen sie an der Schädelinnenfläche höchstens etwas wellig oder durchschnittlich (wie bei der Harmonie) in glatter Linie hin.

In der Regel nach dem Ende des allgemeinen Wachstums (nach Dwight stets um das 30. Lebensjahr), unter Umständen aber schon früher, können irgendwo Nähte des Schädels auf Synostose ersetzt werden. Wenn auch meist erst im reiferen Alter dies Verstreichen der Nähte stattzufinden pflegt (senile Synostose), läßt sich doch eine feste Regel über die Zeit der Nahtobliteration nicht angeben. Auch die Reihenfolge, in welcher die Nähte obliterieren ist nicht immer dieselbe. In den meisten Fällen obliteriert die Stirnnaht zuerst und zwar schon im zweiten Lebensjahre; oder aber sie persistiert länger als alle andern. Ein Verstreichen der übrigen beim Erwachsenen im allgemeinen typischen Nähte vor der Vollendung des allgemeinen Größenwachstums (prämature Synostose) muß als pathologisch angesehen werden, insofern sie nicht als Rasseneigentümlichkeit aufzufassen sind. Später beobachtet man Obliterationen der Sagittalnaht, ausgehend von der zwischen den Foramina parietalia gelegenen Partie derselben, ferner sehr häufig (bei kaukasischer Rasse) der Naht zwischen Scheitelbein, Pars mastoidea und Schuppe des Hinterhauptbeins, seltener der Koronalnaht. Bei Negerschädeln (Gratiolet) und Hinduschädeln obliteriert häufiger zuerst der im Gebiet der Schläfenfläche gelegene Teil letzterer Naht, bei Hindus zugleich öfters die Naht zwischen großem Keilbeinflügel, Scheitel- und Stirnbein bei Intaktheit aller übrigen Nähte. Vielfach findet sich übrigens noch partielle Intaktheit vieler Nähte bis ins höchste Greisenalter (z. B. am Schädel von Kant wie Kupffer und Bessel-Hagen mitteilen im Arch. f. Antrop. Bd. 13, 1881, 4. Heft), andererseits können auch sämtliche Nähte verwachsen gefunden werden, wie es scheint häufiger bei sklerotischen Schädeln.

Die Persistenz der Nähte ist für den noch wachsenden Schädel von Bedeutung, insofern die dünne Bindegewebslage, welche die Knochen in der Naht voneinander trennt, ein Randwachstum der Knochen zuläßt, welches völlig fortfällt sobald die Synostosenbildung das Bindegewebe verdrängt hat. Vorzeitiges Verstreichen einzelner Nähte wird daher der Größenzunahme des Schädels in senkrechter Richtung zur synostotischen Naht hinderlich sein, und z. B. Verstreichen der Sagittalnaht dabei das Breitenwachstum, Verstreichen der Koronalnaht das Längenwachstum, hindern, ersteres daher die Erzeugung länglicher, letztere die Erzeugung breiterer und kürzerer Schädelformen, assymetrisches Verstreichen Assymetrieen der Schädelform begünstigen können. Die Obliteration beginnt entweder an den Zackenspitzen der Naht oder erst nachdem sämtliche Zacken verstrichen sind, in der Regel zuerst an der Innenfläche des Schädels.

Die Nahtspalte zwischen zwei Knochen steht fast nie senkrecht zur freien Oberfläche der letzteren, sondern schräg, in dem die zur Naht sich zusammenfügenden Knochenränder auf Kosten der

Außen- oder der Innenfläche der Knochen abgeschrägt sind. Die Abschrägung erreicht ihren höchsten Grad in der sog. Schuppennaht zwischen Schläfebeinschuppe und Scheitelbein. Uebrigens ändert sich die Abschrägung der Nahtränder nicht nur mit jedem Knochen, der an der Bildung einer Nahtlinie beteiligt ist, sondern bei Knochenkomplexen auch entsprechend jedem der diesen entwickelungsgeschichtlich zusammensetzenden typischen Elemente oder accessorischen Schaltknochen, so daß man hieraus die Zahl der am Rande beteiligten Knochenpunkte ziemlich sicher noch erschließen kann. Durch diese Mannigfaltigkeit des Ineinandergreifens der Nahtränder wird zugleich erzielt, daß ein von außen den Schädel treffender Druck sich sehr gleichmäßig über alle benachbarten Knochen hin fortpflanzt. Die Anordnung der Nahtränder verhindert dabei zugleich, daß durch Druck von außen ein Knochen gegen die Schädelhöhle hineingepreßt werden kann. Einem von innen her auf die Schädelwölbung wirkenden Druck aber geben die Nähte nach (Iversenc). Man benutzt dieses Verhältnis zum Zerlegen des Schädels in seine einzelnen Knochen.

Dwight, *The closure of the cranial sutures as a sign of age*, *Boston medical and surgical Journ. No.* 17 *p.* 389—392, 1890.

Gudden, B. v., *Experimentaluntersuchungen über das Schädelwachstum*, *München, bei Oldenbourg* 1875.

Gratiolet, *Gazette médicale*, *Paris* 1846, *S.* 438.

Hyrtl, J., *Handbuch der topographischen Anatomie*, *S.* 60—64, *ebendort S.* 90: *Mechan. Wechselverhältnisse der Nähte.*

Kupffer *und* **Bessel-Hagen**, *Der Schädel Immanuel Kants*, *Arch. f. Anthropologie*, *Bd.* 13, 1881, *S.* 359—410.

Iversenc, *Contribution à l' étude des articulation de la tête*, *Thèse*, *Lyon* 1890.

Welcker, *Citat. auf S.* 110 (*Randwachstum der Schädelknochen*).

6. Accessorische Knochen des Schädels.

Sehr häufig finden sich überzählige selbständige Knochen in oder zwischen den typischen Knochen des Schädels eingesprengt. Sie können überall auftreten, heißen im allgemeinen Schaltknochen oder, speciell wenn sie in der Naht zwischen zwei typischen Schädelknochen liegen, Nahtknochen *).

Fast ausschließlich finden sie sich im Bereich der Schädeldecke oder des Gesichtsschädels und entwickeln sich als Deckknochen aus eigenen Knochenpunkten. Die Entwickelung des Schädels lehrt indessen, daß unter ihnen nicht alle gleichen morphologischen Wert haben. Einige derselben zeichnen sich durch Konstanz ihres Sitzes und ihrer Form, wenn immer sie auftreten, und durch symmetrisches Vorkommen aus. Diese sind fast sämtlich als konstante Komponenten der typisch selbständigen Knochenkomplexe des menschlichen Schädels erkannt worden und verdanken ihre Selbständigkeit nur dem tierähnlichen Ausbleiben ihrer typischen Verwachsung mit den zugehörigen übrigen Elementen des betreffenden Komplexes. Andere Schaltknochen treten in Bezug auf Zahl, Sitz, Form völlig regellos auf und sind als rein individuelle, dem betreffenden Schädel eigentümliche Zufälligkeiten anzusehen, für welche auch die vergleichende Anatomie keine Analoga beibringt und die daher ein untergeordnetes Interesse besitzen.

Unter die Knochen der ersten Art gehören das selbständig gebliebene Oss. interparietale und praeinterparietale, deren specielle Ver-

*) Zahlreiche alte Synonyme: Worm'sche Knochen, Nahtdoppler, Zwickelbeine; Oss. Wormiana, intercalaria, suturarum, insularia, triquetra, epactilia.

hältnisse beim Hinterhauptbein, zu dessen Komplex sie gehören, besprochen sind. Ferner das Frontoparietale (Os bregmaticum), ein Schaltknochen, der in der vorderen Medianfontanelle auftreten kann. Derselbe ist bei den Cebiden sehr häufig (FICALBI), beim Menschen sehr selten, von rundlicher oder von rhomboider Form, kann mehr zwischen die Scheitelbeine oder zwischen die Stirnbeine, und in diesem Falle die Fontanelle ausfüllend, eingeschaltet oder in der Richtung der Koronalnaht in zwei Knochen geteilt sein; auch Dreiteilungen sind beobachtet (s. W. GRUBER, CENTONZE, GULLIVER, POPOW).

Schaltknochen im Tegmen tympani beschreibt W. GRUBER. Das Tegmen tympani des Petrosum fand HYRTL einmal als ganz selbständiges Knochenstück (wie beim Hirsch). Seltene Fälle, in welchen die hintere Abteilung des Orbitaldachs, soweit sie dem Stirnbeingebiet angehört, durch einen selbständigen Nahtknochen gebildet war, wurden von CZERMAK, SCHWEGEL, HYRTL beschrieben. Ich habe mehrere derartige Fälle getroffen. Schaltknochen in der Pars orbitalis des Stirnbeins beschreibt HYRTL (s. S. 23, Stirnbein).

Nahtknochen im Foramen jugulare zwischen Basilarteil des Occipitale und Petrosum, ferner zwischen letzterem und großem Keilbeinflügel sind von GRUBER beschrieben.

Durch häufige Wiederkehr an derselben Stelle bemerkenswert ist der Nahtknochen der vorderen Seitenfontanelle, das Os epiptericum. Er tritt auf in der vorderen Seitenfontanelle, nicht vor dem 5. Fötalmonat, muß von anderen neben ihm auftretenden kleineren Nahtknochen und dem temporalen Knochenpunkte des Stirnbeins unterschieden werden, welche beim Schluß der Fontanelle mit ihren Nachbarknochen verwachsen und ist dadurch charakterisiert, daß er mit allen vier im Pterion (= vordere Seitenfontanelle) zusammenstoßenden Knochen in Berührung steht (Frontale, Alisphenoid, Parietale, Squamosum). Berührt er nur das Stirnbein nicht, so heißt es Os epiptericum posterius; berührt er bloß das Squamosum nicht, so heißt er Os epiptericum anterius. Beide können gleichzeitig vorhanden sein (FICALBI). Es liegt nahe, das Os epiptericum (Postfrontale v. BARDELEBEN'S), als die Deckknochenergänzung des knorpelig präformierten Alisphenoids zu betrachten, dessen oberste Randpartie nach HANNOVER stets als Deckknochen angebildet wird. Thatsächlich finden sie sich beim Erwachsenen meist mit dem Keilbeinkomplex verschmolzen. Seltener vereinigen sie sich mit dem Squamosum zur Bildung des Proc. frontalis der letzteren (Affentypus, ANOUTCHIN) oder bleiben selbständig. Manchmal findet man noch eigene Knochenpunkte, welche die hintere laterale Ecke des Stirnbeins, sowie den vorderen unteren Winkel des Scheitelbeins ergänzen, aber mit dem epipterischen Schaltknochen nichts zu thun haben.

In der Schuppenscheitelbeinnaht findet sich nicht selten (6 Proz. der Fälle) ein langer, platter oder zahlreiche platte, schüppchenartige Schaltknochen (Ossa crotali). Sehr selten ist ein Schaltknochen in der persistenten Stirnnaht (Os mediofrontale s. metopicum).

Weitaus am häufigsten finden sich Schaltknochen im Verlaufe der Lambdanaht und zeigen hier den unregelmäßig buchtigen Verlauf derselben entsprechende Ränder. Bei hydrocephalisch entarteten Schädeln tritt oft eine enorme Vermehrung derselben bis zu mehreren Hunderten auf.

Schaltknochen treten selten auf in der Naht der Nasenwurzel.

Ueber die Knochenstückchen zwischen Basioccipitale und Petrosum siehe die Nahtverbindung des letzteren S. 174.

Eine Zusammenstellung aller wesentlichen Thatsachen über das Auftreten der Schaltknochen giebt nebst einem reichhaltigen Verzeichnis einschlägiger Litteratur Ficalbi, Hyrtl. Die Schaltknochen können die ganze Dicke der Schädeldecke durchdringen oder bloß an der äußeren oder inneren Seite desselben an die Oberfläche kommen.

Anoutchin, *Revue d'anthropologie*, 1882.

v. Bardeleben, K., *Cit. S.* 258.

Centonze, M., *L'osso bregmatico (antiepilepticum), Atti della società ital. delle scienze Ser.* 3. *T. VII*, 1889.

Coraini, E., *Duodecime di casi di osso frontoparietale o bregmatico, Bollet. di R. accad med. di Roma, Anno* 19, 552, 1894

Czermak, *Ueber einen eigentümlichen Schaltknochen im Augenhöhlendache des Menschen, Zeitschrift f. wissensch. Zoologie* 3. *Bd.* 1851, 27.

Ficalbi, *Monitore zoologico italiano* 1890 *No.* 7 *u.* 8.

Gulliver, G., *A skull with wormian bones in the frontal suture, Proceedings of the anatomical society of Great Britain and Ireland, im Journal of Anatomy and Physiologie* 1891, 2. (*Knochen, der die Stirnfontanelle ausfüllt bis zu den Scheitelbeinen. Jederseits neben ihm in der Koronalnaht ein Schaltknochen.*)

Gruber, W., *Knochen in der Stirnfontanelle, Virchow's Archiv* 63. *Bd.*

Derselbe, Ueber den Stirnfontanellknochen beim Menschen und den Säugetieren, in Mémoires de l'Académ. de St. Petersbourg Sér. VII Tome XIX No. 9.

Derselbe, Beiträge zur Anatomie der Schädelbasis, St. Petersburg 1869.

Hyrtl, J., *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissensch. zu Wien* 42. *Bd.* 1860.

Derselbe, Lehrbuch der Anatomie 12. *Aufl.* (*S.* 246*: Schaltknochen im Orbitaldach; S.* 255*: Schaltknochen im Tegmen tympani*)

Luschka, *Ala minima des Keilbeins im Jahresbericht über die Fortschritte der Anatomie von Henle, Zeitschr. f. rationelle Medizin* 3. *R.* 1. *Bd.* 1857.

Popow, M., *Os fonticuli frontis. Ossa Wormiana der Kranznaht, Arbeiten der medizin. Sektion der Charkowschen Gesellschaft für experimentelle Wissenschaft* 1888, 2, 15—29 (*Russisch*).

Schwegel, A., *Knochenvarietäten, Zeitschr. f. rationelle Medizin* 3. *R.* 5. *Bd.* 1859. (*S.* 298*: Schaltknochen, Stirnbein, Keilbein.*)

Virchow, R., *Ueber einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel, Aus den Abhandlungen der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1875. (*S.* 59*: Die temporalen Schaltknochen sind verwandte, aber nicht gleichartige Bildungen wie der Stirnfortsatz (der Schläfebeinschuppe.*)

7. Ausbildung der Schädelknochen nach der Geburt.

Zur Zeit der Fötalreife sind die Knochen des Schädeldachs dünn, besonders an den Rändern, zugleich biegsam und sehr elastisch. An der äußeren sowohl, als der inneren Oberfläche markieren sich vielfach noch die strahlenförmig von den Ossifikationspunkten ausgehenden Hauptwachstumsrichtungen durch niedrige abwechselnde Furchen und Leisten, die aber zuerst an den Ossifikationscentren selbst durch glatte Auflagerungen mehr konzentrisch gruppierter, ein Netzwerk bildender Knochenblättchen verdeckt sind. Diese Plättchen stehen von der äußeren Oberfläche sorgfältig behandelter Knochen wie kleine Schüppchen mit ihren Rändern ab und entstehen im Beginne des Dickenwachstums der Knochen allmählich auf der ganzen Fläche. Die erste Dickenzunahme macht sich an den Ossifikationspunkten selbst bemerkbar. Indem die erwähnten schuppenähnlichen Auflagerungen mit ihren Nachbarn verschmelzen, entwickelt sich schon in den ersten Lebensjahren eine zunehmend glatte Oberfläche, die besonders, nach dem 3. Jahre etwa, bis gegen die Pubertätszeit hin auffällt. Im allgemeinen erfolgt die Dickenzunahme des Schädels rascher erst gegen das Ende des Kindesalters, gegen den Beginn der Pubertätszeit und zwar hauptsächlich unter dem Einfluß der Bildung spongiöser Knochensubstanz, der sog. Diploë, im Innern der Schädelknochen.

Von dem Zeitpunkte des Auftretens der letzteren an unterscheidet man an den Knochen des Schädeldachs drei Lagen. Eine äußere kompakte Lamelle (Corticalis), eine innere, die etwas dünner ist (Tabula vitrea), und die zwischen beiden eingeschlossene Spongiosa oder Diploë. Im allgemeinen trifft man zur Zeit des Endes des Größenwachstums (25.—30. Jahr) alle Teile zur vollkommenen Entwickelung gebracht mit übrigens vielen individuellen Modifikationen, wobei in der Regel die Schuppe des Hinterhaupt- und Stirnbeins und die Scheitelbeine ähnliche Verhältnisse zeigen. Der Mitte der Schläfebeinschuppe, sowie den Orbitalteilen des Stirnbeins der Kiefergelenksgrube fehlt manchmal die Diploë fast ganz, so daß hier die Dicke der Schädelkapsel sehr reduziert wird. Mit dem zunehmenden Alter, etwa nach dem 50. Lebensjahre, werden häufiger Abänderungen der Knochen eingeleitet. Die Diploë kann entweder sich zu einer festen Knochensubstanz verdichten (Sklerose) unter Zunahme der Dicke des Knochens, der dann ungewöhnlich schwer erscheint; oder durch Atrophie mit Reduktion der Knochendicke und gegenseitiger Annäherung der beiden Kortikallamellen aneinander zu Grunde gehen. Letzteres Verhalten bedingt eine allgemeine geringe Volumabnahme des Schädelgewölbes. Im höheren Greisenalter wird bald die eine, bald die andere Art der Veränderung getroffen. Die letztgenannte ist mit einer erheblichen Herabsetzung der Festigkeit, beide mit Herabsetzung der dem jugendlichen Schädel in hohem Grade zukommenden Elastizität des Schädels verbunden.

Merkel (Top. Anat.) citiert einen von Jarjavay beschriebenen Fall von Schwund der Diploë unter Bildung einer Höhle im Stirnbein, die bis zum Scheitel hinaufreicht und mit den Stirnhöhlen in Verbindung war. Eine sehr eigentümliche, nicht ebene seltene Veränderung des Greisenschädels ist das Eingesunkensein der Scheitelgegend zu einer tiefen Grube, in deren Grunde die Knochensubstanz papierdünn werden kann und rauhe Oberfläche besitzt. Ansatzstellen von Muskeln (Planum temporale) werden nie davon betroffen (Virchow).

Diese schon Beclard und Cruveilhier bekannte auch von Sauvage, Recherches sur l'état senile du crâne, Paris 1869, beschriebene Alterserscheinung tritt nach Ferré häufiger bei Weibern und auf der rechten Seite auf. Als Ursache vermutet er das mangelhafte Ossifikationsvermögen der Scheitelgegend, welche nach Angaben Broca's (Bulletins de de la société d'anthropologie de Paris 1875) überhaupt häufig ist und durch das öftere Vorkommen von Löchern (Foramina parietalia), Spalten, falsche Fontanellen sowie den wenig gezackten Verlauf des dazwischen gelegenen Sagittalnahtabschnitts vor allem auf der rechten Seite zum Ausdruck kommt. Humphry (Senile hypertrophy and atrophy of the skull, Journ. of Anat. and physiol. Vol. XXIV, 1890) vermutet, daß der Druck der Sehne des Musc. epicranius die Erscheinung hervorrufen. Weitere Angaben finden sich bei:

Ferré, *Sur l'atrophie senile des Pariétaux. Bullet. d. l. soc. Anthropol. d. Paris* 1876.

Humphry, *Depressions in the parietal bones of an orang and in man, The journal of Anat. and Physiol.* 1873, 136.

Topinard, *Sur l'atrophie senile, Bulletins de la société d'antropologie de Paris* 1881, 232.

Virchow, R., *Gesammelte Abhandlungen Bd. II*, 1844, *S.* 243.

Merkel, *Topogr. Anatomie* 1. *Bd.*

Die Protuberantia occipitalis ist stets eine relativ dicke Stelle der Schädeldecke. Die Tubera parietalia und frontalia entsprechen jedoch keineswegs immer dicken Stellen der letzteren, wovon man sich

bei Betrachtung der Schädel bei durchfallendem Lichte leicht überzeugen kann. Manchmal sind die den Nähten benachbarten Randstreifen der Knochen besonders dick. Schwankungen der Dicke der Schädelwölbung von 3—7 mm dürften noch in den Bereich der durchschnittlich normalen Grenzen fallen. Oft finden sich dickere und dünnere Stellen dicht nebeneinander und sind bedingt durch die auf der Innenfläche des Schädels vorkommenden Unebenheiten, Impressiones und Juga cerebralia, Gefäßfurchen und pacchionische Grübchen, die alle durch Resorption von Knochensubstanz an der Innenseite des Schädels entstehen. Unter den Gefäßfurchen kommen vor allem die für die Arteria meningea media in Betracht. Pacchionische Grübchen (Foveolae glandulares) haben ihren häufigsten Sitz neben dem Sulcus sagittalis, werden aber auch weiter lateralwärts auf Stirn und Scheitelbein, großem Keilbeinflügel, seltener auf der Hinterhauptsschuppe, entlang der Crista occipitalis, beobachtet. In ihrem Grunde kann der Knochen, auf eine papierdünne Platte reduziert, sehr selten nach außen vorgewölbt oder durchbrochen sein. Sie entstehen durch Resorption des Knochens im Umfange von kavernösen Venengeflechten an der Innenseite des Schädels (Langer).

Die Diploë der Schädelknochen ist von platten Kanälen durchzogen, Canales diploetici, in welchen Venen verlaufen, deren Hauptrichtung vom Scheitel zur Basis zieht; von ihr zweigen sich Nebenäste von mehr sagittaler Verlaufsrichtung ab. Um sie sichtbar zu machen, muß die äußere kompakte Knochentafel abgetragen werden.

Brechet unterscheidet vier Hauptkanäle die entsprechend den Venen, für die sie bestimmt sind, als Can. diploetic. frontalis, temporalis anterior, temporalis posterior, occipitalis zu bezeichnen wären. Anfänglich sind die Zuflußgebiete der Venenkanäle entsprechend den Verknöcherungsbezirken verteilt. Später überschreiten ihre Aeste die Nahtlinien, in denen die Knochen synostosieren und bilden ein mehr oder weniger zusammenhängendes Kanalnetz, dessen Details vielfach variieren.

Beim Greisenschädel sammeln sich nach Sappey jederseits alle Venen in einen, in dem Scheitelbein verdoppelten, etwa sagittalen Venenkanal, der hinten erweitert in den Canalis mastoideus und den Sinus transversus mündet und senkrechte Zuflüsse von Stirn-, Scheitel- und Hinterhauptbein aufnimmt. Die Kanäle öffnen sich im Innern der Schädelhöhle, hauptsächlich entlang dem Sulcus sagittalis und transversus, sowie an der Schädelaußenseite durch kleinere Löcher oder in Kanäle für Emissarien.

Dieses sind größere Kanäle resp. Löcher, welche in schräger Richtung die ganze Dicke des Knochens durchsetzen und Venenstämme enthalten, welche eine Verbindung der Venen der äußeren und inneren Seite des Schädels herstellen (sog. Emissarien). Von letzteren mündet das konstanteste und größte für das Emissarium mastoideum, an der Außenseite des Schädels durch das Foramen mastoideum, und führt andererseits in den Sulcus transversus (Fossa sigmoidea des Schläfebeins).

Ziemlich konstant ist das Foramen parietale für das gleichnamige Emissarium jederseits neben dem hinteren Teile der Sagittalnaht gelegen. Von der Fossa condyloidea posterior des Hinterhauptbeins zum Sulcus jugularis verläuft der Canalis condyloideus (posticus). In der Gegend der Protuberantia occipitalis finden sich für sagittale Venenkanäle der Squama occipitalis öfters ein oder mehrere größere Venenlöcher an der Innenfläche des Schädels; eines oder eine Reihe

meist unscheinbarer Löcher auch an der Außenfläche, entlang der Linea nuchae mediana. Am Stirnbein findet sich ein etwas größeres Loch in der Incisura supraorbitalis (für die V. diploetica frontalis).

Die Weite der Kanäle für die Emissarien ist sehr verschieden. Es herrscht die Anschauung, daß dieselben im höheren Alter zur Obliteration neigen. Ueber excessive Weite des For. parietale (in einem Falle von St. Claire Symmer's von Vater auf Sohn vererbt) und mastoideum ist beim Scheitel- und Schläfebein berichtet. — Das seltene Foramen jugulare spurium der Schläfebeinschuppe (Fig. 89) hinter dem Kiefergelenk behandelt Luschka (S. 161). Die Emissarien gehen ursprünglich zwischen getrennt angelegten Skeletelementen durch. Kleinere inkonstante Emissarien findet man verschiedentlich, mit Vorliebe in Nähten oder an Stellen, wo früher Nähte waren.

Brechet, Ph. C., *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur le système veneux et specialement sur les canaux veneux des os*, *Paris* 1829.

Calori, L., *Sopra un notabile aumento numerico di Foramine e canali emissarii del cranio*, *Mem. della R. accad. di sc. d. ist. di Bologna*, *S.* 5 *T. V* (20 *Stn.*) 1894.

Herberg, *Ueber die Austrittspunkte der Blutgefäfse an der Schädeloberfläche. Journ. f. Chirurg. u. Augenheilkunde*, *Bd.* 34, 1845.

Sappey, Ph C, *Traité d'anatomie descriptive S.* 199, *Paris* 1888.

St. Claire Symmers, *A skull with enormous parietal foramina*, *Journ. of anatomy and physiology*, *Vol.* 29 (*N. S. Vol.* 9) 1894.

Trolard, *de quelques particularités de la dure mère. Journ. de l'anatomie et d. l. physiol. Paris* 1890, *p.* 986.

B. Gesichtsschädel.

Der Knochenkomplex des Gesichtsschädels setzt hauptsächlich den Kieferapparat zusammen und zerfällt dementsprechend in zwei Hauptabteilungen, welche das vordere Ende des Verdauungskanals zwischen sich fassen. Die obere Abteilung besteht aus den in der medianen Gaumennaht zusammenstoßenden Oberkiefern, deren Gaumenplatten Mund und Nasenhöhle voneinander trennen, samt den darum gruppierten kleineren Knochen (Stütz- und Ergänzungsknochen) und ist unbeweglich gegen den Hirnschädel unter dem Boden der vorderen Schädelgrube angebracht. Die untere Abteilung ist durch den aus paarigen Anlagen zusammengewachsenen Unterkiefer dargestellt und beweglich durch Bänder des Kiefergelenks, sowie die am Kieferast ansitzenden Kaumuskeln unter dem Boden der seitlichen Schädelgruben aufgehängt.

Beide Abteilungen stoßen nur vermittelst ihrer Zahnreihen zusammen. Sie bilden mit den ihnen zugewandten Fortsätzen der Außenseite des Hirnschädels zusammen das Knochengerüst der Gesichtsgegend des Kopfes.

a) Die Befestigung des Oberkiefergerüstes am Hirnschädel.

Der Oberkiefer ist direkt mit Knochen des Hirnschädels an folgenden Stellen verbunden:

1) Vorn oben durch den Processus frontalis mit dem Stirnbein.

2) Hinten unten mit der unteren Partie des Vorderrandes des Proc. pterygoideus (Fig. 93).

3) Zuweilen seitlich mit Crista zygomatica des großen Keilbeinflügels durch die Spina zygomatica.

Die Verbindung an diesen Eckpunkten wird durch die kräftigsten

Teile anderer Knochen gefestigt, welche neben ihnen sich in längerer Ausdehnung an Ränder des Oberkiefers und Hirnschädels anfügen. Hierher gehören die zwischen die beiden Stirnfortsätze des Oberkiefers eingekeilten Nasenbeine, die seitlich zwischen die Jochbein-

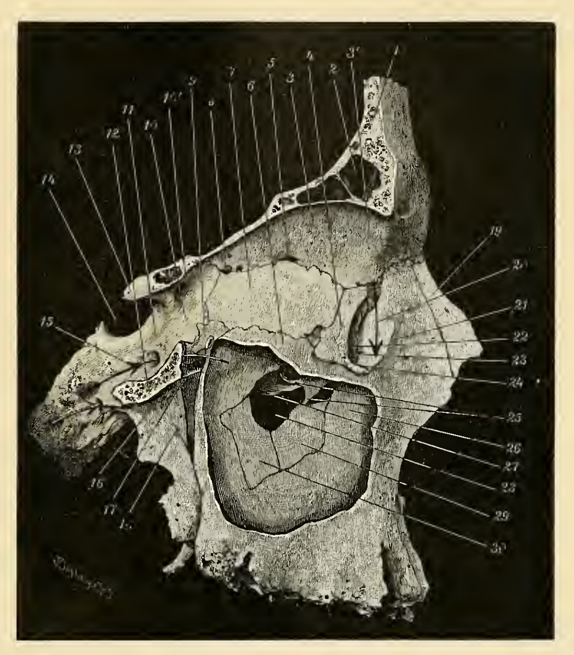


Fig. 93. Mediale Wand der Augenhöhle und Kieferhöhle. Die laterale Abteilung der rechten Hälfte des Gesichtsschädels ist durch einen Sagittalschnitt entfernt. *1* Schnittfläche des Stirnbeins. *2* angeschnittene Stirnhöhle. *3* Orbitalfläche des Stirnbeins, 3' Fossa trochlearis. *4* Orbitalfläche des Thränenbeins. *5* Foramen ethmoidale anterius. *6* Orbitalfläche des Oberkiefers. *7* Lamina papyracea des Siebbeins. *8* Foramen ethmoidale posterius. *9* Orbitalfläche (des Processus orbitalis) des Gaumenbeins. *10* Orbitalfläche des Keilbeinkörpers, *10'* Foramen opticum. *11* cerebrale Seitenfläche des Keilbeinkörpers; die zwischen *10* und *11* liegende Abteilung der Fläche entspricht der medialen Abgrenzung der Fissura orbitalis superior. *12* Durchschnitt der Wurzel des großen Keilbeinflügels. *13* Processus clinoideus anterior. *14* Fossa hypophyseos. *15* Sonde, die durch den Canalis rotundus in die Fissura sphenomaxillaris führt. *16* Processus pterygoideus (laterale Lamelle). *17* Fissura sphenomaxillaris; die hier befindliche Sonde führt rückwärts durch den Canalis Vidianus (auf den unteren Pfeil). *18* Sonde, die in den Canalis pterygopalatinus führt. *19* Nasenbein. *20* Sonde im Canalis lacrymalis. *21* Crista lacrymalis anterior (des Oberkiefers). *22* Crista lacrymalis posterior (Thränenbein). *23* Margo lacrymalis. *24* Hamulus lacrymalis. *25* die beiden Endzacken des Processus uncinatus. *26* Antrum maxillare. *27* unterer Rand der mittleren Nasenmuschel. *28* Hiatus maxillaris. *29* Processus maxillaris der unteren Nasenmuschel. *30* der über den Eingang der Kieferhöhle vorgeschobene Teil der Lamina perpendicularis des Gaumenbeins.

ränder des Keil- und Stirnbeins, Jochfortsatz des Schläfebeins und Oberkiefers eingesetzte Jochbein, der die untere hintere Ecke des Alveolarfortsatzes mit den Rändern der Incisura pterygoidea verbindende Pyramidenfortsatz des Gaumenbeins.

Der Oberkiefer ist außerdem durch sagittale aber sehr dünne und gebrechliche Knochenblätter mit dem Hirnschädel verbunden: in der Medianlinie durch das auf die Crista nasalis und die Crista incisiva sich stützende Nasenseptum (Vomer, Lamina perpendicularis des Siebbeins, Fig. 49); an der Grenze zwischen Augen- und Nasenhöhle rückwärts vom Stirnfortsatz durch das Thränenbein und die Papierplatte des Siebbeins (Fig. 93 *4*, *7*); an der medialen Seite durch die Pars perpendicularis des Gaumenbeins, welche den hintersten Abschnitt der Nasenhöhle von der Kieferhöhle, sowie von dem unteren Teile der Fossa sphenomaxillaris trennt, indem sie von der medialen Seite des Oberkiefers rückwärts bis auf die mediale Seite des Processus pterygoideus sich ausdehnt (Fig. 52 und 69).

Entlang der Crista infraorbitalis und sphenomaxillaris des Keilbeins bleibt der Oberkiefer durch eine parabolisch gekrümmte Spalte vom Keilbein getrennt, deren beide Schenkel in der schrägen Vertikalebene der Schädelbasis und des Gesichts gelegen sind. Der obere Schenkel dieser Spalte bildet die Fissura infraorbitalis, die aus der Augenhöhle nach der Unterschläfengrube führt (Fig. 94 *10*); sie verläuft medial-rück- und wenig aufwärts und geht unterhalb des medialen Endes der Fissura orbitalis superior in den oberen Teil des unteren Schenkels der Spalte über. Dieser, die Fissura s. Fossa sphenomaxillaris ist zwischen der oberen Hälfte des Vorderrandes des Proc. pterygoideus und dem Körper des Oberkiefers eingeschlossen (Fig. 93, darin die Sonde *17*), verläuft senkrecht und ist gegen die Nasenhöhle durch die Pars perpendicularis des Gaumenbeins bis auf ein von der Incisura palatina umfaßtes Loch, Foramen sphenopalatinum (Fig. 94 *23*, Fig. 93 oberhalb *17*, Fig. 51 *6*) geschieden, gegen die Unterschläfengrube dagegen offen.

Ihr oberes Ende ist erweitert umsomehr, je mehr die Superfic. sphenomaxillaris des Proc. pterygoideus (Vorderfläche des Proc. pterygoideus) hinter und unter die Crista infraorbitalis des Keilbeinflügels zurückweicht (Fig. 18 *29*); unten schließt sich die Spalte durch Zusammenfügung des Oberkiefers mit dem Flügelfortsatz. In das erweiterte obere Ende mündet der Canalis rotundus (Fig. 93 *15*), medial und etwas tiefer unten der Canalis vidianus. Die von letzterem abwärts ziehende Furche, Sulcus pterygopalatinus (Fig. 11 *11*), setzt sich schräg vor-abwärts gerichtet fort in den Canalis pterygopalatinus (Fig. 60), der zwischen Oberkiefer und Gaumenbein eingeschlossen ist, und in die Mundhöhle durch das Foramen pterygopalatinum sich öffnet (Fig. 89 *48*).

Die beiden Oberkiefer sind untereinander nur entlang den medianen Rändern ihrer Gaumenfortsätze und dem die Schneidezähne tragenden Teils ihrer Alveolarfortsätze verbunden. Die nasalen Flächen der Oberkieferkörper und ihrer Ergänzung durch die Gaumenbeine stehen daher je um die Breite jener Teile voneinander ab (Fig. 94). Der zwischen ihnen gelegene Raum, welcher hinten und vorn offen steht, ist der respiratorische Abschnitt der Nasenhöhle (Figg. 96—99).

Am macerierten Schädel ist derselbe durch den unteren Teil der medianen Nasenscheidewand unvollständig in eine rechte und linke Hälfte getrennt. Jede derselben mündet hinten mit einer vom hinteren

Rande des harten Gaumens und des Pflugscharbeins, von der unteren Seite des Keilbeinkörpers und der medialen Seite des Processus pterygoideus umgrenzten Oeffnung, Choane (Fig. 87 *51*); vorn münden am macerierten Schädel beide mit einer schmäleren gemeinsamen Oeffnung, Apertura piriformis (Fig. 60, Fig. 99), die zwischen den scharfen kantigen vorderen Rändern der Nasalfläche der Oberkiefer, der Spina nasalis anterior und dem unteren Rande der Nasenbeine eingeschlossen ist. Bei erhaltenen Knorpelteilen wird diese durch die knorpelige Fortsetzung der Nasenscheidewand ebenfalls in rechte und linke Abteilung zerlegt; gleichzeitig fügen sich dann an ihre seitlichen und oberen Ränder die knorpeligen Fortsetzungen des Nasendaches, so daß dann die beiden vorderen Nasenlöcher abwärts gerichtet sind.

b) Das Höhlensystem des Gesichtsschädels.
(Topographische Uebersicht, Fig. 96—99.)

Indem die zwischen Hirnschädel und Oberkiefer sich ausbreitenden Knochenplatten kontinuierlich aneinanderschließen, bilden sie die Seitenwände der Augen und Nasenhöhle. Sie stehen annähernd senkrecht und ohne wesentliche Abweichung von der Richtung ihrer Ansatzlinien am Hirnschädel und Oberkieferkörper. Letzteren entsprechend steht die Scheidewand der Nasenhöhlen, sowie die Scheidewände der Nasen- und Augenhöhlen (Thränenbeine und Papierplatte des Siebbeins), von untergeordneten Abweichungen abgesehen, in sagittaler Richtung etwa einander parallel. Die Knochenplatte jedoch, welche lateral die Augenhöhle gegen die mittlere Schädelgrube und lateral davon gegen die Schläfengrube abgrenzt (die sog. laterale Wand der Augenhöhle), sowie unter ihr die hintere (laterale) Wand der Kieferhöhle, die gleichzeitig die Vorderwand der Unterschläfengrube ist, stehen mit der Fissura orbitalis superior und inferior in der schrägen Richtebene der Schädelbasis und des Gesichts (siehe S. 311).

Demgemäß ist auf Horizontalschnitten der Grundriß der Nasenhöhle im allgemeinen rechteckig, der der Augen- und Kieferhöhle (wie ihre gemeinsame Scheidewand mit dem Canalis infraorbitalis) dreieckig (Fig. 69, Fig. 68). Indem zugleich die schräge hintere Scheidewand der Augen- und Kieferhöhle gegen die Kaumuskelgruben und ihre sagittale Scheidewand gegen die Nasenhöhle bis auf die Breite der Mahlzahnalveolen konvergieren, verschmälert sich Kiefer- und Augenhöhle von oben nach unten bedeutend, wobei zwischen ihnen dagegen die Nasenhöhle einen gleichwertigen Breitenzuwachs erhält. Die Seitenwände der Gesichtshöhlen verlaufen demnach im Frontalschnitt ungefähr wie Linien eines W (Fig. 96 u. 97).

Am feststehenden Teil des Gesichtsschädels läßt sich eine obere und untere Partie unterscheiden. Die obere Partie kommt an Breite der mittleren des Hirnschädels gleich, sie umringt im Halbkreis die mittlere Schädelgrube und reicht im allgemeinen nicht tiefer herab als der Boden derselben. In dieser Zone liegen in gleicher Höhe nebeneinander: an der seitlichen Fläche des Schädels das untere Stück der Schläfengrube, an der Gesichtsfläche vorn offen die beiden Augenhöhlen und zwischen diesen derjenige Teil der Nasenhöhle, welche das Siebbeinlabyrinth enthält und vorn durch die Nasenbeine

geschlossen ist. Näheres siehe bei der speciellen Beschreibung der Höhlen des Gesichts und an den Durchschnitten des Gesichtsschädels (Fig. 94, 96, 97, 98). Der transversale Durchmesser der unteren Partie

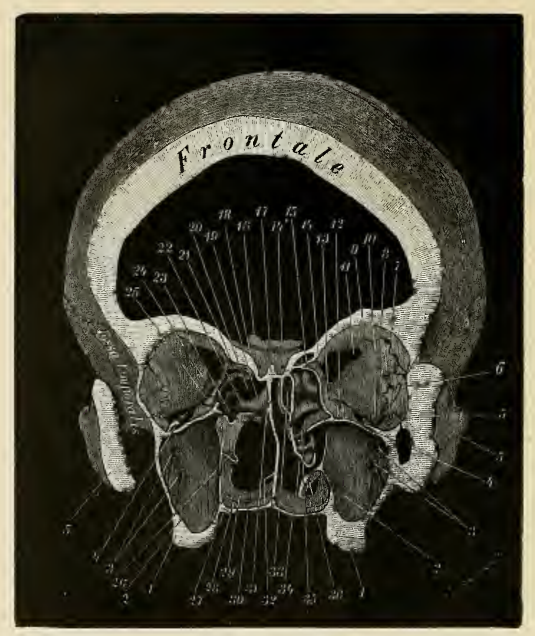


Fig. 94. Frontalschnitt des Gesichtsschädels, etwas asymmetrisch, nahe der hinteren Anheftungsgrenze des Jochbeines an den Oberkiefer (Vorderwand der Fossa temporalis). Aus der linken Nasenhöhle sind alle Teile des Siebbeins (außer der Concha sphenoidalis), sowie die untere Muschel entfernt, um die Lage des Gaumenbeins sichtbar zu machen. Schnittflächen hell. *1* Zahnfortsatz des Oberkiefers. *2* Kieferhöhle. *3* Furchen für die Nerv. alveol. post. *4* Canalis (Sulcus) infraorbitalis. *5* Schnittfläche, *5'* laterale Seite des Jochbeins. *6* Eingang in den Canalis zygomaticotemporalis. *7* Loch für Gefäße der Thränendrüse aus der Schädelhöhle. *8* Orbitalfläche des großen Keilbeinflügels. *9* Schnittfläche der Pars orbitalis des Stirnbeins (Decke der Augenhöhle). *10* Fissura orbitalis inferior. *11* Fissura orbitalis superior. *12* Superficies orbitalis des Oberkiefers. *13* Lamina papyracea des Siebbeins. *14* Augenhöhlenmündung (Foramen ethmoid. poster.), *14'* Schädelhöhlenmündung des Canalis ethmoidalis posterior. *15* Foramen ethmoidalis anterius. *16* Dorsum sellae. *17* Crista galli. *18* Jugum sphenoidale. *19* Concha sphenoidalis. *20* Sinus sphenoidalis. *21* Sulcus ethmoidalis des Stirnbeins zum Foramen ethmoidale anterius. *22* Processus sphenoidalis des Gaumenbeins. *23* Foramen nasale (sphenopalatinum). *24* (3 mm zu kurz) Seitenwand der Keilbeinhöhle. *25* Processus orbitalis des Gaumenbeins. *26* Crista turbinalis des Gaumenbeins. *27* Furche für die Arteria palatina. *28* quere Gaumennaht. *29* nasale Fläche der Pars horizontalis des Gaumenbeins. *30* Schnittfläche des Processus palatinus des Oberkiefers (atrophisch verdünnt). *31* Lamina perpendicularis des Siebbeins. *32* Vomer. *33* oberer Nasengang, angeschnitten, an der medialen Seite von der oberen Siebbeinmuschel begrenzt. *34* untere Siebbeinmuschel (= mittlere Nasenmuschel der Autt.). *35* Siebbeinzellen darunter. *36* Nasenmuschel (= untere).

unterhalb des Tuber malare ist ziemlich plötzlich auf die Hälfte desjenigen der oberen verkürzt, nämlich bis auf die quere Spannweite des Alveolarbogens des Oberkiefers (Fig. 137, 139). Im Bereich derselben finden sich in gleicher Höhe nebeneinander und tiefer als der Boden der mittleren Schädelgrube, seitlich vom Flügelfortsatz und Oberkiefer die Fossa infratemporalis; in den Oberkieferkörpern die Kieferhöhlen und zwischen ihnen der respiratorische Abschnitt der Nasenhöhlen abwärts von der unteren Nasenmuschel, hinten unter dem Keilbeinkörper durch die Choanen abwärts durch das Foramen incisivum, vorn durch die Apertura piriformis sich öffnend.

Der Unterkiefer steht bei fest geschlossenem Munde mit dem Gelenkkopf in der Fossa mandibularis des Schläfebeins, mit seiner Zahnreihe unter der des Oberkiefers derart, daß die Zahnreihen und Alveolarfortsätze beider hinten in gleicher Vertikalebene enden, die hinter den Eckzähnen gelegenen Teile der Zahnreihen miteinander in langer Reihe im Kontakt stehen, die in mehr transversaler Richtung gestellte Reihe der Schneidezähne des Oberkiefers aber sich über die Vorderseite der Schneidezahnreihe des Unterkiefers etwas hinunterschiebt. Dabei steht der Kieferast derart, daß sein Vorderrand jederseits mit dem Hinterrand des Oberkieferkörpers in transversaler Ebene (Fig. 1) liegt, und die Spitze des Processus coronoides etwa in der Mitte zwischen Crista infratemporalis und medialer Seite der Jochbogennaht (Sutura zygomaticotemporalis) gelegen ist. Der Kieferast teilt den hinter und seitlich von dem Oberkiefer, unter der Schläfengrube gelegenen Raum in eine mediale und laterale Hälfte (Fig. 60) für die mediale und laterale Gruppe der Kaumuskeln. Für den oberen (und hinteren) Kaumuskel ist die Fossa temporalis bestimmt, deren mediale Wand das Planum temporale bildet, deren vordere, die Scheidewand der Schläfengrube und Augenhöhle, vom Stirn-, Keil- und Jochbein gebildet ist. Die laterale Wand der Grube wird durch die hintere Kante des Jochbeins und den Jochbogen, sowie die von der Linea temporalis zu ihnen ausgespannte Fascia temporalis gebildet.

Zwischen dem Oberkiefer und den Zahnreihen einerseits und dem Unterkieferast andererseits bleibt eine enge Spalte, die von der Vorderseite des Gesichts nach dem Raum der Unterschläfengrube durchgeht (Fig. 60).

Der untere Teil des Unterkiefers trägt dadurch, daß er sich ringsum unter den Zahnreihen (und besonders vorn zum Kinnvorsprung) auswärts hervordrängt, zur Charakteristik des menschlichen Gesichtsschädels ganz specifisch bei. — Hier ist einer Abnormität zu gedenken, die darin besteht, daß die Vorderzähne des Unterkiefers diejenigen des Oberkiefers von vorn her umgreifen. Schädel, die damit behaftet sind, heißen Crania progenaea, Vorderkauer. Man beobachtet dabei unter Umständen übermäßige Länge des Unterkiefers, dessen Aeste niedrig und stumpfwinklig in den Körper übergehen, oder bloß die letztere Eigentümlichkeit bei gleichzeitiger Reduktion des Oberkiefergerüsts. Fast stetige Begleiterscheinungen sind große Schmalheit der Schädelbasis und des Gesichts, speziell des Alveolarteils, breite Schläfegegend (infantile Schädelform [Meyer]). Erkrankung der Schädelbasis in frühester Kindheit scheint der Abnormität zu Grunde zu liegen, die bei geistig Normalen sehr selten, bei Irren von Meyer in 240 untersuchten Fällen 13 mal getroffen wurde.

Litteratur.

Meyer, L., *Crania progenea, Archiv f. Psychiatrie* 1. *Bd.* 96—127.
Langer, C., *Anatomie der äufseren Formen, Wien* 1881.
Zuckerkandl, *Morphologie des Gesichtsschädels, Stuttgart* 1877.

c) Die Gesichtsfläche des Schädels.

Die Gesichtsfläche (Antlitzfläche) des Schädels wird durch die Vorderseite des Stirnbeins, die des Oberkiefers, der Nasenbeine, des Jochbeins und des Unterkiefers zusammengesetzt. Oben ist sie durchbrochen von den Oeffnungen der Nasen- und der Augenhöhlen. Zwischen diesen erhebt sich das Nasendach (Nasenrücken). Es bildet einen einer Dachfirste ähnlichen, etwas eingesattelten Vorbau, der sich durch eine vom Wulste der Eckzahnwurzel aus parallel und vor dem Thränenkanal zum oberen Ende der Crista lacrimalis anterior medial aufwärts steigende, durch die Weichteile hindurch fühlbare Furche gegen die lateral daranschließende Gesichtsfläche des Oberkieferkörpers und entlang dem Margo nasalis gegen das Stirnbein absetzt.

An der Knochenwand des Nasenrückens sind die Nasenbeine und der von ihnen ganz bedeckte Processus nasalis des Stirnbeins (s. Nasenhöhle), sowie die vor dem Sulcus lacrimalis gelegene Platte des Processus frontalis des Oberkiefers beteiligt. Gegen ihre freien Ränder um die Apertura piriformis verdünnen sich diese Knochenteile, um scharfkantig und teilweise elastisch zu enden. Im allgemeinen springt der von den Nasenbeinen gelieferte obere Knochenrand am meisten vor. Der Umfang der Apertura piriformis gleicht einem Kartenherz, dessen Spitze abgestumpft und aufwärts gerichtet ist und dessen Einschnitt von der Spina nasalis anterior eingenommen wird. Ihr transversaler Durchmesser ist stets geringer als der der dahinter gelegenen Teile der Nasenhöhle (Fig. 69). Die Ränder der Oeffnung laufen in einer transversalen, vorwärts konkaven Ebene, oben unregelmäßig, unten sehr glatt und niedrig, vom Wulste der Eckzahnalveole durch die Fossa incisiva des Oberkiefers getrennt.

Sind die oberen Teile der Nasenbeine sehr reduziert, so können die Oberkiefer bis zum Kontakte sich einander nähern. Die Nasenbeine können untereinander verwachsen (wie bei Affen). In seltenen Fällen werden beide durch die zwischen ihnen zur Gesichtsfläche vordringende Spina frontalis getrennt.

Der untere Rand der Apertura piriformis geht beim Neugeborenen abgerundet in die Vorderfläche des Alveolarfortsatzes über; zuweilen persistiert dies beim Erwachsenen (Forma infantilis). Meist jedoch entwickelt sich ein einfacher, scharfer, sehr selten wulstiger Rand anstatt des abgerundeten Uebergangs (Forma anthropina). Letzterer kann jederseits durch eine Grube (Fossa praenasalis) auf Kosten der Höhe des Alveolarteils des Oberkiefers ausgehöhlt sein (Zuckerkandl). Eine affenähnliche Varietät ist der Clivus nasoalveolaris. Sie besteht darin, daß der Nasenboden im Bereich des Zwischenkiefers erhöht ist und von hier mit schräger Fläche gegen die subnasale Vorderfläche des Alveolarfortsatzes abfällt. — Die Gestalt der Apertura piriformis unterliegt außerdem vielen individuellen Varianten. Bei Verbiegungen des Nasenseptums wird ihr kartenherzförmiger Umriß asymmetrisch (ulmenblattförmig, pteleorrhin) und zwar breiter aber niedriger an der Seite der Konkavität des Nasenseptums, nach welcher dann, obwohl nicht ausnahmslos (Merkel),

in der Regel auch die Spina nasalis ihre Spitze kehrt (WELCKER). Siehe S. 341.

Den Winkel zwischen der Crista lacrimalis anterior und der Grenzfurche des Nasenrückens füllt ein dreieckiges, durch die vorderste obere Ecke der Kieferhöhle (Fig. 98 *9* und 99 *10*) etwas vorgetriebenes Feld. Eine von der unteren Ecke desselben zur Alveole des ersten Molarzahns gezogene Linie bezeichnet die untere Grenze der Kieferhöhle an der Gesichtsfläche des Oberkiefers. Lateral vom genannten Felde findet sich die medial abwärts gerichtete Mündung des Canalis infraorbitalis, von oben her geschützt durch einen etwas vorstehenden Teil des unteren Augenhöhlenrandes (Fig. 99 *12*, auch Fig. 98 *8* u. *9*) oberhalb des Gebiets der Fossa canina, welches schon der Vorderwand der Kieferhöhle angehört.

Der vorspringende Teil des Augenhöhlenrandes ist hauptsächlich vom medialen Ende des Jochbeins gebildet und durch eine oft tiefe Furche entlang dessen Verbindungsnaht mit dem Oberkiefer gegen die Fläche der Fossa canina (maxillaris) abgesetzt. Diese Furche, ebenso eine kleine am Augenhöhlenrand selbst befindliche Erhöhung der Verbindungsstelle des Orbitalrandes des Oberkiefers und Jochbeins sind leicht durch die Weichteile des Gesichts hindurchzufühlen.

Varianten der Zusammensetzung des unteren Orbitalrandes finden beim Jochbein (auf S. 273) und Thränenbein Erwähnung.

Eine den Anthropoiden eigentümliche flache Impression der Mitte des Infraorbitalrandes fand ZUCKERKANDL bei 30 Malaienschädeln 19mal Bei Europäern scheint sie nicht vorzukommen.

Litteratur.

Dwight, *Fossae praenasales*, *Arch. f. Anthropologie* 21. *Bd.* 1892.

Gruber, W., *Ueber den Orbitalrand bei Ausschliefsung des Maxillare von seiner Bildung*, *Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg*, *Sér.* 7, *T.* 24 *S.* 1877.

Hamy, *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris* 1869.

Harrison, *A clinical study on the skull*, *Smithsonian miscellaneous Collections*, *Washington* 1890, 48.

Mingazzini, *Atti della R. Accad. med. di Roma* 1890, *Vol. V.*

Schaafhausen, *Arch. f. Anthropologie* 9. *Bd.* 1876.

Topinard, P., *Du prognatisme alvéolo-sousnasal*, *Revue d'anthropologie*, *T. I*, 1872, 629 *ff.* (*S.* 637 *Resumé.*)

Virchow, *Merkmale niederer Menschenrassen*, *Berliner Akademie* 1875, *Taf. VI.*

Zuckerkandl, E., *Zur Morphologie des Gesichtsschädels*, *Stuttgart* 1877.

Derselbe, *Cranien der Novara-Sammlung*, *Anthropologischer Teil*, *Abt. I*, *Wien* 1875 (*Foss. praenasal.*).

Derselbe, *Zur Morphologie des Gesichtsschädels*, *Stuttgart* 1877, 90.

d) Augenhöhle, Orbita.

Die Augenhöhle besitzt am Gesicht eine weite rundlich vierseitige Oeffnung und ist von vier etwa rechtwinklig gegeneinander gestellten Wandflächen begrenzt, die rückwärts wie die Flächen eines vierseitigen Keiles mit senkrecht gestellter kurzer Schneide konvergieren, und teilweise in ausgerundeten Flächenwinkeln ineinander übergehen, teilweise durch Fissuren von einander getrennt werden. Als hintersten Punkt der Augenhöhle kann man den Vorderrand der hinteren Wurzel des Ala parva des Keilbeins betrachten. Eine von dessen Mitte zur Mitte der Augenhöhlenöffnung am Gesicht gezogene Linie heißt Achse der Augenhöhle und läuft schräg lateral vorwärts und abwärts, Fig. 93 (15—20° zur Horizontalen). Von den vier Wänden der Augenhöhle steht die mediale etwa senkrecht und sagittal (Fig. 93);

sie ist zu hinterst vom Canalis opticus (*10*) durchbohrt; an ihrem Aufbau beteiligen sich in der Richtung von hinten nach vorn: die Seitenfläche des vorderen Keilbeinkörpers (*10*), die Papierplatte des Siebbeins (*7*), die hintere Hälfte (Orbitalfläche) des Thränenbeins (*4*) und oberhalb dessen ein Stück der Orbitalfläche des Stirnbeins abwärts von der Incisura frontalis und Fovea trochlearis (*3'*). In der Naht zwischen Papierplatte des Siebbeins und Stirnbeins finden sich die beiden (seltener drei) Foramina ethmoidalia [anterius (*5*) und posterius (*8*)]. Durch das vordere geht der N. ethmoidalis und die Art. ethmoidalis bis auf die Lamina cribrosa des Siebbeins und durch einen Schlitz derselben in die Nasenhöhle (s. Nasenhöhle); durch das hintere geht die Art. ethmoidalis posterior.

Die obere Wand der Augenhöhle wird hinten von der Orbitalfläche des kleinen Keilbeinflügels, davor aber fast ganz von der Superficies orbitalis des Stirnbeins gebildet, verläuft wie die letztere im allgemeinen horizontal und in querer und sagittaler Richtung konkav gewölbt (Fig. 91, Fig. 96—99).

Die Seitenwand der Augenhöhle steht in der schrägen Richtebene der Schädelbasis. Sie wird hinten durch die Superficies orbitalis des großen Keilbeinflügels gebildet; vorn durch die mediale Fläche des Processus zygomaticus des Stirnbeins, die mit Eintrittsstellen des Canales zygomatici versehene Orbitalfläche des Jochbeins hinter dieser zuweilen durch die Spina zygomatica des Oberkiefers ergänzt. In der Naht mit dem Jochbein finden sich zuweilen Schaltknochen an Stelle der Naht zwischen letzterem und Keilbein nicht selten auch Defekte der Wand (Fig. 96 *7*). Die untere Augenhöhlenwand wird durch die Superficies orbitalis des Oberkiefers dargestellt; kleine Stücke werden hinten durch die Superfic. orbitalis des Processus orbitalis des Gaumenbeins vorn durch das Jochbein ergänzt (Fig. 94 *25*, Fig. 95 *24*). Sie enthält den Sulcus infraorbitalis. Mit der medialen Wand der Augenhöhle stößt sie in glatter Naht zusammen. Von hier aus fällt sie lateralwärts ab (Fig. 96—98), erscheint nur hinten medial vom Sulcus infraorbitalis öfters durch die Kieferhöhle blasig emporgetrieben (Fig. 96 oberhalb *19*). Unter dem ganzen Boden der Augenhöhle, mit Ausnahme ihres medialen Randes, unter dem die Cellulae maxillares und palatina gelegen sind, dehnt sich die Kieferhöhle aus. Entlang dem oberen und unteren Rande der Facies orbitalis des großen Keilbeinflügels öffnen sich zwei Spalten. Die obere, Fissura orbitalis superior (s. Keilbein) beginnt neben und unter dem Foramen opticum mit einer vertikal stehenden Erweiterung und zieht allmählich schmäler werdend lateral vorwärts-aufwärts; sie dient dem N. oculom., Trochlearis abducens, N. ophthalmicus, Sympathicus, der Vena ophthalmica cerebralis zum Durchtritt von resp. zur mittleren Schädelgrube.

Die untere Spalte, Fissura orbitalis inferior, ist länger als die obere, trennt den Oberkiefer von der Crista infraorbitalis des großen Keilbeinflügels Fig. 94, 136 *9*). Sie nimmt meist vorwärts abfallenden Verlauf und erweitert sich gegen ihr vorderes Ende. Durch sie tritt der 2. Ast des N. trigeminus in den Sulcus infraorbitalis ein. Lateralwärts von der Fissura orbitalis superior findet sich öfters ein Loch in der Superficies orbitalis des Keilbeinflügels oder in dessen Naht mit dem Stirnbein für einen Ast der Arteria meningea media (Ram. lacrimalis) und ein Emissarium; unterhalb einer Ecke im unteren

Rande der Fissur eine Zacke (Fig. 95 *4*, Fig. 96 *6*) oder Rauhigkeit für den Ursprung eines Zipfels des lateralen geraden Augenmuskels (Spina musc. recti lat.). Die vordere von sehr festen Knochenteilen umfaßte Oeffnung der Augenhöhle ist enger als der Umfang ihres Querschnitts unmittelbar dahinter und deutlicher vierseitig gestaltet als dieser. Dies kommt dadurch zu stande, daß einmal der obere Rand in seiner lateralen Abteilung medial vom Processus zygomaticus des Stirnbeins sehr stark abwärts vorspringt, um die vordere Wand der Thränendrüsengrube zu bilden, deren untere Grenze durch den Wulst der Sutura zygomaticofrontalis bezeichnet wird; ferner der untere Rand medial vom Foramen infraorbitale sich zu einer scharfen Kante erhebt, die in der Crista lacrimalis anterior endigt (Fig. 95 *20*) und von vorn her den Eingang zum Thränenkanal begrenzt. Oberer und unterer Augenhöhlenrand verlaufen daher sehr wenig gebogen. Die laterale Abteilung des unteren Randes wird vom Jochbein geliefert, ist glatt und mehr abgerundet, ebenso der ganze laterale Rand, welcher von vorn her konkav ausgeschnitten gegen den oberen und unteren stark nach hinten zurückweicht

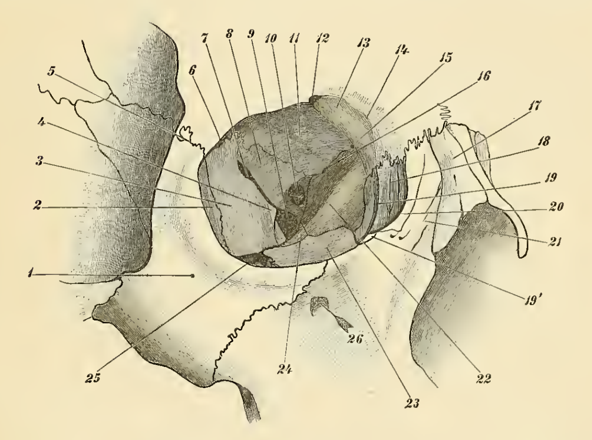


Fig. 95. Umgegend und Innenseite der Augenhöhle, in der Richtung der Längsachse der letzteren gesehen. *1* Canalis zygomaticofacialis auf der Wangenfläche des Jochbeins. *2* Orbitalfläche des Jochbeins. *3* Orbitalfläche des großen Keilbeinflügels. *4* Zacke für den Ansatz des Musc. rect. lateral. (Spina musc. recti). *5* Sutura zygomaticofrontalis. *6* Margo supraorbitalis, scharfrandigster Teil. *7* Fissura orbitalis superior. *8* Superfic. orbitalis des kleinen Keilbeinflügels. *9* Erweitertes mediales Ende der Fissura orbitalis superior. *10* Foramen opticum. *11* Superfic. orbitalis des Stirnbeins. *12* Incisura supraorbitalis. *13* Fovea trochlearis. *14* Incisura frontalis. *15* Foramen ethmoidale anterius. *16* Foramen ethmoidale posterius. *17* Nasenbein (rechtes). *18* Pfeil in den Thränenkanal. *19* Crista lacrimalis posterior (Thränenbein). *19'* Pars facialis des Hamulus lacrimalis. *20* Crista lacrimalis anterior (Oberkiefer). *21* Furche für eine Vene (Sut. longitud. imperfecta. *22* Lamina papyracea des Siebbeins (Konvexität). *23* Superfic. orbitalis des Oberkiefers. *24* Proc. orbitalis des Gaumenbeins. *25* Fissura orbitalis inferior. *26* Pfeil im Canalis infraorbitalis.

(Fig. 1, 98). Der obere Rand wird (Fig. 95 bei *12*) medialwärts niedriger, durch die Incisura supraorbitalis gekerbt oder vom entsprechenden Loch durchbohrt. Medial von diesem verliert der Rand seine Schärfe, wird durch die seichte Incisura frontalis (Fig. 95 *14*) unterhalb der Fossa trochlearis (Fig. 95 *13*) unterbrochen und zieht von hier ab, als medialer Rand der Augenhöhle, in Form einer stumpfen, nicht immer deutlichen Kante senkrecht abwärts zum Anschluß an die Crista lacrimalis posterior (Fig. 95 *19*) des Thränenbeins, die in seiner Fortsetzung gelegen ist und den Zugang zum Thränenkanal von der Orbitalfläche trennt. Crista lacrimalis anterior und posterior werden durch den freien Rand des Hamulus lacrimalis zu einem kontinuierlichen Kantenverlauf ergänzt, der vorn, lateral und hinten den (höchst selten von einem Knochenblatt verschlossenen) Eingang zum Thränenkanal sehr schräg umsäumt (Fig. 95 *19'*).

Der Thränenkanal stellt einen transversal abgeplatteten Gang dar, dessen mediale Wand oben vom Sulcus lacrimalis des Oberkiefers und des Thränenbeins unten durch den Processus lacrimalis der unteren Muschel gebildet wird; die laterale Wand wird vom Oberkieferkörper gebildet und scheidet die Kieferhöhle vom Thränenkanal (Fig. 98 *10*, Pfeile im Thränenkanal, Fig. 99 *9*).

Die Richtung des Ganges läuft hinter der Grenzfurche des Nasenrückens und dieser etwa parallel. Für deutsche Schädel giebt Merkel an, der Kanal laufe nach hinten und unten gegen den 1. Molarzahn; bei manchen außerdeutschen Schädeln gegen den 2. Molarzahn. Außerdem entfernt sich sein Verlauf nach Maßgabe des Breitenverhältnisses des respiratorischen zu dem ethmoidalen Abschnitt der Nasenhöhle abwärts mehr oder weniger der Medianlinie. S. auch S. 265 u. f.

e) Die Nasenhöhle und ihre Wände.

1) Die Nasenscheidewand (Fig. 49) bildet in völlig typisch bleibenden Fällen eine senkrechte median gestellte dünne Wand, welche den Nasenraum in zwei Hälften teilt. Sie setzt sich aus zwei Knochenplatten zusammen, die entlang einer Linie, welche das Rostrum sphenoidale mit der Crista incisiva des Oberkiefers verbinden würde, zusammenstoßen. Die obere von beiden ist die Lamina perpendicularis des Siebbeins, die untere das Pflugscharbein (Fig. 96—98).

Die Lamina perpendicularis des Siebbeins hängt von der Crista galli herab und verbreitert sich derart, daß sie hinten entlang dem Vorderrande des Septums der Keilbeinhöhlen bis zum Rostrum sphenoidale hinab, vorn aber an die Hinterseite der Spina nasalis des Stirnbeins und die Verwachsungskante beider Nasenbeine dicht unter dem Nasenrücken sich anschließt; doch reicht ihr Knochen nicht bis zur Apertura piriformis, sondern endet in wechselnder Entfernung hinter dieser. An den vorderen Rand und ebenso an den unteren, der entlang dem Vomer verläuft, fügt sich eine knorpelige Fortsetzung der Platte, welche vorn das korpelige Nasenseptum darstellt, sich unten auf die Crista incisiva und Spina nasalis stützt, dahinter aber entlang dem oberen Vomerrand zwischen die beiden Knochenblätter des letzteren eingeschoben ist, wodurch seitlichen Deviationen beider Knochenteile in entgegengesetzter Richtung zunächst vorgebeugt ist. Der Vomer fügt sich hinten mit seinen Flügeln an die Unterseite des Keilbeinkörpers, dessen Rostrum in eine Furche

aufnehmend. Ueber den der Lamina perpendicularis zugewandten Rand wurde schon das Wichtigste bemerkt. Der hintere Rand ist glatt und frei, bildet die Scheidewand der Choanen und zieht schräg vor abwärts, etwa parallel einer Diagonale über die mediale Fläche der Processus pterygoidei, um senkrecht unter dem Vorderrande des Keilbeinkörpers mit dem Hinterende der Crista nasalis zusammenzutreffen. Mit dieser verbindet sich der untere Rand des Vomer in ganzer Länge bis zum Hinterrande der (manchmal längere Zeit aus zwei isolierten Os sous-vomériens bestehenden) Crista incisiva. Die aufwärts offene Furche auf derselben Fig. 69 neben *19* schließt sich genau als Fortsetzung der Furche zwischen den Vomerblättern an und nimmt den vordersten Teil des knorpeligen Nasenseptums bis auf die Spina nasalis in sich auf.

Während nach Zuckerkandl bis zum 7. Lebensjahre die Medianstellung des Nasenseptums sehr allgemein besteht, finden sich später oft Abweichungen davon, Verbiegungen nach rechts, links oder abwechselnd in beiden Richtungen, und zwar bei Europäerschädeln in mindestens der Hälfte aller Fälle; bei außereuropäischen Schädeln weniger häufig.

Mihalcovicz findet demgegenüber neuestens, daß schon bei dreimonatlichen menschlichen Embryonen Verbiegungen des knorpeligen Nasenseptums vorkommen. Ich habe eine symmetrische Stellung des (mittleren) Stirnfortsatzes bei 4—6-wöchentlichen Embryonen (Fig. 61) selbst den besterhaltenen fast immer vermißt. Es ist dies im Hinblick auf das regelrecht zeitweilig auftretende asymmetrische Wachsen der Embryonen nicht wunderbar. Die Möglichkeit, daß hierdurch schon in sehr früher Zeit der Grund zu Verbiegungen des Septums gelegt wird, ist daher nicht von der Hand zu weisen. Hiermit stimmt auch das Vorkommen von Septumverbiegung in früheren Lebensperioden, wie die schon beim Neugeborenen von Merkel, für Kinder vom 4. Lebensjahr an von Welcker gefunden wurden.

Die Verbiegungen können mit kantigen Auswüchsen des Septums, die meist einseitig vorkommen, kombiniert sein. Beiderlei Anomalien treten nur vorn von der Querschnittsebene des Keilbeinkörpers auf, betreffen nie den hinteren Rand des Vomer (Fig. 96 *8*, *15*; Fig. 97, 98). Die Kantenbildungen speciell finden sich entlang der Verbindungslinie von Vomer und Crista incisiva mit der Lamina perpendicularis des Siebbeins. Ihre Ursachen sind zwar nicht aufgeklärt, doch führt die Berücksichtigung des Umstandes, daß sie nur im Anschluß an knorpelige Einlagen des Nasenseptums auftreten, zu dem Schluß, daß deren fortdauerndes Wachstum bei eingeschränktem Wachstum der sonstigen Dimensionen des Nasenskelets sie einleiten. Die Kanten werden durch zur Seite gedrängte hypertrophische Teile des oberen Vomerrandes oder des unteren Randes der Pars perpendicularis des Siebbeins gebildet.

Baumgarten, *Ueber die Ursache der Verbiegungen der Nasenscheidewand*, *Deutsche med. Wochenschrift* 12. *Jahrg. No.* 22.

Eich, *Ueber Verkrümmungen der Nasenscheidewand, Dissertation Bonn* 1887.

Fraenkel, *Knochenleiste auf dem Sept. narium*, *Berliner klin. Wochenschrift* 23. *Jahrg. No.* 24, 396.

Genzmer, *Ueber Deformitäten des Septums*, *Verhandlungen d. deutschen Gesellschaft f. Chirurgie* 1. *Bd.* 1887, 95.

Heymann, *Ueber Formveränderungen der Nasenscheidewand*, *Internat. klin. Rundschau* 1. *Bd.* 48.

Levy, H., *Ueber Verbiegungen der Nasenscheidewand, Dissertation, Strafsburg i. E.*, 1894 (*Litteratur zusammengetragen und referiert*).
Lewin, *Ueber Deviationen der Nasenscheidewand, Dissertation Bonn* 1887.
v. Mihalcovicz, V., *Bau und Entwickelung der pneumatischen Gesichtshöhlen, Anat. Anz., Ergänzungsheft zu Bd.* 12, 1896.
Merkel, T., *Topographische Anatomie I.*
Réthi, L., *Die Verbiegungen der Nasenscheidewand und ihre Behandlung, Wiener klin. Wochenschrift* 2. *Jahrg.* 1890, 514, 560, 576, 599.
Welcker, *Asymmetrien der Nase, Jubiläumsschrift f. Bischoff, Stuttgart* 1882.
Zuckerkandl, *Normale u. patholog. Anatomie der Nasenhöhle* 1. *Bd. Wien* 1882

2) Die fast senkrechte seitliche Nasenwand geht aus dem Boden der Nasenhöhle in ausgerundetem Winkel hervor und hat zunächst eine ununterbrochene glatte Oberfläche, die sich aus der Facies nasalis des Oberkiefers und Gaumenbeins zusammensetzt (Fig. 96 bis 99), und rückwärts auf die mediale Seite des Processus pterygoideus des Keilbeins ausläuft (Fig. 51). Die nasalen Flächen werden je durch die Ansatzleisten der (unteren) Nasenmuschel gekreuzt, erstrecken sich oberhalb dieser bis zu den Ansatzleisten des Siebbeins (Cristae ethmoidales), die des Gaumenbeins auch hinter dem Foramen nasale (= sphenopalatinum), Fig. 51 *6*, bis zur Unterfläche des Keilbeinkörpers, die des Oberkiefers vor der Siebbeinleiste mit einem schmalen Streif bis zum Stirnbein in die Höhe.

Oberhalb der Apertura piriformis schließt sich ihr vorn die Nasenfläche der Nasenbeine an, entlang der Sutura nasomaxillaris, noch weiter oben die nasale Fläche des Processus nasalis des Stirnbeins (Fig. 51 *19*). Zwischen Lunula lacrimalis des Oberkiefers und Vorderrand der Crista turbinalis des Gaumenbeins zieht der obere freie Rand der Nasenmuschel her, von welchem der Processus maxillaris herabhängt, um sich abwärts zwischen die einander zugekehrten Ränder der nasalen Flächen des Oberkiefers und Gaumenbeins als Ergänzung der medialen Wand der Kieferhöhle einzuschalten (Fig. 93). Oberhalb seiner Verbindung mit dem Vorderrande des Hiatus wendet sich die Lunula lacrimalis, der Prominentia lacrimalis entgegen, um den Sulcus lacrimalis einzufassen (Fig. 52 *24*), während von oben her zwischen beide der untere Teil des Thränenbeins sich einschiebt, den oberen Teil der medialen Wand des Thränenkanals zu bilden. Von unten her schiebt sich die höchste Zacke des oberen Randes der unteren Muschel (Processus lacrimalis) ein und vervollständigt die mediale Wand des Thränenkanals. In einer von hier aus abfallenden Richtung befestigt sich der obere Rand der Muschel vorn an der Crista turbinalis des Oberkiefers; hinten hinter dem Hiatus maxillaris an der Crista turbinalis des Gaumenbeins. Von diesen Anheftungslinien und dem dazwischen die Kieferhöhlenöffnung begrenzenden Rande der Muschel wölbt sich letztere mit lateraler Konkavität erst medial, dann abwärts geknickt in den Raum der Nasenhöhle vor, von oben her den unteren Nasengang deckend (Fig. 50, 97, 98 *12*). Die laterale Wand des letzteren (vom Oberkiefer, Processus maxillaris der Muschel und dem Gaumenbein gebildet, Fig. 93) ist lateralwärts um die Breite des Thränenkanals ausgebuchtet (Fig. 98 neben *10*), hinten ohne Abgrenzung; vorn aber entlang der Apertura piriformis von einem senkrechten, unterhalb der vorderen Spitze der Muschel medialwärts vorspringenden, gegen die Spina nasalis anterior sich verlierenden Wulste wie von einem Saume umfaßt. Er verengt die Aper-

tura piriformis (Fig. 99 *8*). Hinter ihm mündet der Thränenkanal in den unteren Nasengang (vergl. Fig. 98).

Aufwärts vom oberen Rande der unteren Muschel steht am Skelet die Kieferhöhle in weit offener Verbindung mit der Nasenhöhle. Nur ein schmales, wechselnd gestaltetes Plättchen (Proc. ethmoidalis) der unteren Muschel schiebt sich an veränderlicher Stelle von ihrem Stande aus über den Hiatus maxillaris hin zur Verbindung mit dem Processus uncinatus (Fig. 50, 51) des Siebbeins (s. u.), im übrigen aber steht die Höhle bis zum oberen Rande des Oberkiefers hin nach der Nase zu offen. Die Weite ihres Zugangs wird indessen beim intakt gelassenen Siebbein dem Anblick entzogen, indem der untere Rand der mittleren Nasenmuschel (untere Siebbeinmuschel, Zuckerkandl) sich an ihrer medialen Seite herabsenkt. Sie steht aber normalerweise, um die Breite des Siebbeinlabyrinths von der Wand der Kieferhöhle medialwärts abgedrängt, mitten in der Nasenhöhle selbst (Fig. 96 *12*, 97 *7*, 98 *13*). Nur der säbelförmige Processus uncinatus (Fig. 52), der an der lateralen Seite des vorderen Endes der Muschel, an der medialen Seite des Thränenbeins aus dem Gebälke der Cellulae lacrimales entsteht (Fig. 52 *19*), biegt mit seinem unteren Ende so weit lateralwärts, daß dessen Flächen in die Ebene der Apertur des Sinus maxillaris zu liegen kommen und als eine unvollkommene Ergänzung von dessen Wand gelten können (Fig. 97 *7*). Hinten pflegt er sich mit dem Processus ethmoidalis der unteren Muschel zu verbinden (s. Siebbein).

Das eigentliche Siebbeinlabyrinth ist an der medialen Wand der Augenhöhle in der oberen Abteilung der Nasenhöhle enthalten und erstreckt sich so weit abwärts, als diese Wand, vorn durch die Nasenbeine gedeckt und hinten durch die Vorderseite des Keilbeinkörpers begrenzt ist (Fig. 52, 96, 97). Nur der untere Rand und die hintere Spitze der mittleren Nasenmuschel (= untere Siebbeinmuschel) ragt weiter abwärts als die untere, vordere Kante des Keilbeinkörpers resp. die des letzteren untere Wand bildenden Conchae sphenoidales (Fig. 50, 51), um sich an der Crista ethmoidalis, vor der unteren Hälfte des Foramen nasale (sphenopalatinum) und manchmal letzteres überkreuzend und teilend, noch am Processus sphenoidalis des Gaumenbeins zu befestigen. Vorn reicht das Siebbeinlabyrinth nicht in das Gebiet des am Gesicht vorspringenden Nasenrückens (Fig, 99).

3) Die Räume des Siebbeinlabyrinths sind für den Anblick von der medialen Seite durch die von der Lamina cribrosa herabhängende rauhe Platte verdeckt, welche durch die von hinten her in halber Länge des Siebbeins einschneidende Siebbeinspalte, d. i. der obere Nasengang, in obere und mittlere Muschel geschieden erscheint. Die obere Muschel liegt dann ganz an der Vorderseite des Keilbeinkörpers (Fig. 51). Sie kann aber durch eine obere Siebbeinspalte (obersten Nasengang) auch in halber Länge von hinten eingeschnitten und so in obere und oberste Muschel geteilt sein (Fig. 50).

Die Siebbeinspalten sind hinten breiter, vorn laufen sie schmal zu; die durch sie getrennten Muscheln enden hinten zugespitzt über und unter ihnen; vor den Spalten gehen ihre medialen Flächen kontinuierlich in einander über. Der vordere Rand dieser Fläche fügt sich an den lateralen Rand des Nasenfortsatzes des Stirnbeins und mit einem vorderen zugespitzten Ende, welches oft gewulstet ist, auf die Crista ethmoidalis des Oberkiefers. Unmittelbar unter und neben diesem

wird, je nachdem der der Spitze zunächst liegende Teil der unteren Siebbeinmuschel sich weiter vorschiebt oder weiter ausgeschnitten ist, ein Leistchen (Stelle des Agger nasi) von ihm bedeckt (Fig. 50) oder freigelassen (Fig. 51 *26*). Dieses ist das vordere Ende des Processus uncinatus des Siebbeins (rudimentäres Nasoturbinale), welches unmittelbar oberhalb dieser Stelle durch ein queres, sehr schmales Knochenblättchen sich mit der unteren Siebbeinmuschel verbindet (Fig. 52 *18*), unterhalb desselben wird der Processus uncinatus frei und zieht dicht an der medialen Seite des Thränenkanals vorbei (Fig. 52 *19* u. *22*) rückwärts, gelangt dabei durch eine lateralwärts konkave Flächenkrümmung hinter den Thränenkanal und stellt sich hier mit seinem unteren und hinteren Ende durch eine zweite Flächenkrümmung mit medial gerichteter Konkavität in die Ebene des Hiatus maxillaris (Fig. 97 *8* links).

Um die Lage und den Verlauf der Knochenblätter des Siebbeinlabyrinths und die Höhleneinteilung desselben übersehbar zu machen, muß man die mediale Wand desselben und ihre lappigen Anhänge, die Muscheln, entfernen, wie es in Fig. 52 geschehen ist. Das hier dargestellte Präparat zeigte ursprünglich drei Siebbeinmuscheln, gut ausgebildet, ähnlich wie Fig. 50, welche die rechte Nasenwand desselben Schädels wiedergiebt. Obwohl manche Variationen in der Konfiguration des Siebbeinhöhlensystems gefunden werden, lassen sich doch an der Hand der genannten Figur die Hauptverhältnisse sehr deutlich erkennen und besprechen.

Die Ursprungslamellen der unteren und oberen Siebbeinmuscheln und deren Fortsetzung bis zur Lamina cribrosa (Fig. 52 *5 9*) teilen den Raum in drei Abteilungen, nämlich die der hintersten Siebbeinzellen (*4*) [mit der Oeffnung in die obere Siebbeinspalte], die der mittleren Siebbeinzellen (*8*) [rückabwärts in die mittlere Siebbeinspalte mündend] und die der vorderen Siebbeinzellen (vorn von *9*) [die sich unter der unteren Siebbeinmuschel öffnet].

Die Ursprungslamelle der unteren Siebbeinmuschel (*9*) ist stets vorhanden. Die Einteilung des rückwärts von ihr gelegenen Raumes der Siebbeinzellen in durch Ursprungslamellen von Muscheln getrennte Abteilungen erfolgt nur dann, wenn außer der unteren Siebbeinmuschel noch mindestens zwei obere zur Ausbildung gekommen sind. Ist dies nicht der Fall, so bleibt der ganze Raum zusammenhängend, gemeinsam von der Ursprungslamelle der einfachen oberen Siebbeinmuschel gedeckt, und diese entspringt hinten von der lateralen, vom Siebbein aus entstandenen Partie der Vorderwand des Keilbeinkörpers (wie in Fig. 52 *3*), und zwar aus dem lateralen Rande der Zugangsöffnung zur Keilbeinhöhle (Fig. 51). In Fig. 52 ist bei *5* die Ursprungslamelle einer ausgebildeten dritten Siebbeinmuschel vorhanden. [In dem Raume vor ihr (Fig. 52 *7*) findet sich hier außerdem das Rudiment der typisch angelegten, sog. mittleren Siebbeinmuschel (s. Ethmoidale, S. 229), woraus sich ergiebt, daß in unserem Präparat ursprünglich 4 Siebbeinmuscheln angelegt waren.] In dem Raume hinter dieser mündet die Cellula palatina (Fig. 52 *28*).

Der vor der Ursprungslamelle der unteren (vorderen) Siebbeinmuschel (Fig. 52 *9*) gelegene Raum öffnet sich in den sog. mittleren Nasengang, Meatus narium medius, zwischen mittlerer und

unterer Nasenmuschel (Fig. 50). Der Raum ist in sagittaler Richtung am schmalsten, hinter der Verbindung der Vorderenden des Processus uncinatus mit der unteren Siebbeinmuschel (Fig. 52 *18*) und hier von dünnen Knochenblättern durchzogen. Unter diesen sind hervorzuheben: 1) zunächst der lateralen konkaven Fläche der Muschel der Processus uncinatus selbst (Fig. 53 *19* u. *19'*); 2) hinter diesem die Vorderwand der Bulla ethmoidalis (Fig. 52, oberhalb *11*); beide parallel miteinander und der Ursprungslamelle der unteren Siebbeinmuschel rückabwärts ziehend. Der Processus uncinatus endet hinten frei, die Wand der Bulla ethmoidalis verschmilzt mit der genannten Ursprungslamelle der Muschel.

Zwischen diesen Knochenplatten laufen zwei Spalten, die gegen die Muschel offen stehen. Nur die hintere ist unten als Bulla ethmoidalis blindsackförmig geschlossen. Die zwischen letzterer und konkavem Rande des Processus uncinatus gelegene vordere, heißt Hiatus semilunaris (Fig. 52 *22*). An ihrem oberen Ende verbindet sich der Processus uncinatus mit dahinter gelegenen Knochenteilen durch sagittal gestellte Blätter, zwischen denen Löcher offen bleiben, welche an der lateralen Seite des Processus uncinatus in die Stirnhöhlen führen (Fig. 52 *13 13'*). Zugleich besteht an der medialen Seite des Processus uncinatus, zwischen diesem und der Muschel, eine ebenfalls zur Stirnhöhle führende Spalte (Fig. 52, Pfeil oberhalb *19*). Vom unteren Ende des Processus uncinatus steigt eine Knochenzacke zum oberen Rande des Hiatus maxillaris auf und umschließt mit diesem das Loch, welches an dem mit Schleimhaut überzogenen Nasenskelet der einzig konstante Zugang zur Kieferhöhle ist; eine zweite zur unteren Muschel verlaufende Knochenzacke liegt bereits unter dem Unterrande der unteren Siebbeinmuschel und ist daher auch an der unverletzten Seitenwand der Nasenhöhle sichtbar (Fig. 50, 51, 93). Zwischen vorderem Randteil der Muschel und medialer Seite des Processus uncinatus hindurch gelangt man aus dem von der Muschel gedeckten Hohlraum schräg vor-abwärts in die Gegend unter dem Nasenrücken, vor-aufwärts zur Stirnhöhle.

Vom Hiatus semilunaris aus gelangt man (Fig. 52) 1) lateralwärts in die Cellulae lacrimales des Siebbeins; 2) aufwärts an der lateralen Seite des Processus uncinatus vorbei in die Stirnhöhle; 3) unten lateralwärts in die Kieferhöhle; 4) oben rückwärts durch eine lange, schmale Spalte zwischen unterer Siebbeinmuschel und Wand der Bulla ethmoidalis in den Raum oberhalb der letzteren und die dort mündenden Siebbeinzellen.

f) Die Kieferhöhle wiederholt im ganzen die Gestalt des Oberkieferkörpers. Ihre Grenze bezeichnet auf der Gesichtsfläche des Oberkiefers eine Linie, die von dem Vorderende der Crista turbinalis zur Alveole des ersten Molarzahns gelegt wird. Im übrigen nimmt sie den Raum zwischen Ursprung des Alveolarteils für die Backzähne und Boden der Augenhöhle ein. Ihre Wandflächen gehen in ausgerundeten Winkeln ineinander über, nur die faciale und nasale Wand stößt öfters spitzwinklig zusammen, so daß der vorderste Teil der Kieferhöhle in eine schmale Spalte lateral vom Thränenkanal ausläuft. Sehr große Kieferhöhlen umfassen manchmal sogar die vordere Seite des Thränenkanals, so daß dessen Verlauf als halbröhrenförmiger Wulst in die Höhle vorspringt. Von der Gaumenplatte des Oberkiefers ist die Kieferhöhle durch spongiöse Knochensubstanz meist

getrennt (Fig. 96—99). Vorn ragt sie nicht so tief, hinten tiefer abwärts als der Ursprung der Gaumenplatte. Zuweilen dehnt sie sich dabei in die Gaumenplatte des Oberkiefers aus; einen solchen Fall zeigt Fig. 93.

Nur die mediale Wand der Kieferhöhle ist nicht ausschließlich vom Oberkiefer gebildet, sondern wie die Seitenwand des mittleren und unteren Nasengangs zusammengesetzt aus dem Gaumenbein, dem Processus maxillaris der unteren Nasenmuschel (Fig. 93, 52), dem Processus ethmoidalis derselben, dem Processus uncinatus des Siebbeins, dem Oberkiefer.

g) Der harte Gaumen bildet die Scheidewand zwischen Mund und Nasenhöhle bis zur Choane. Er wird aus den Gaumenfortsätzen beider Oberkiefer und Gaumenbeine gebildet. Die Naht, in welcher

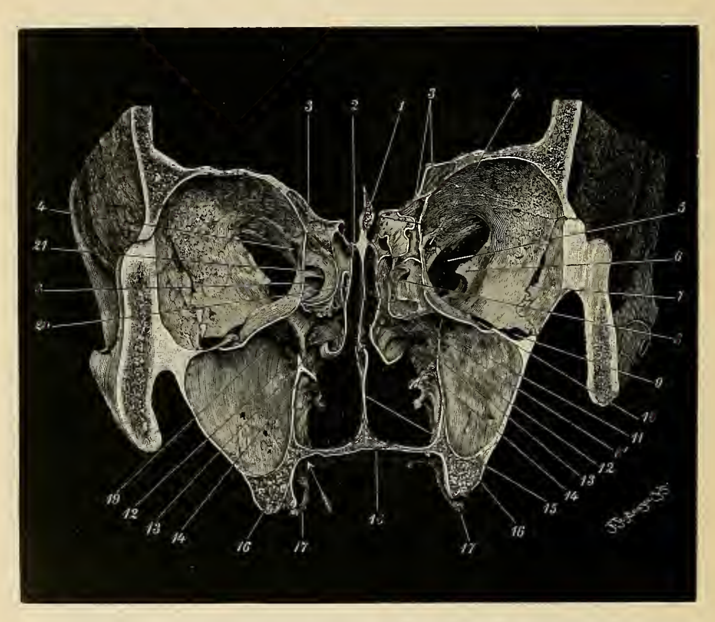


Fig. 96. Vertikaler Frontalschnitt des Gesichtsschädels dicht vor dem Vorderende der Fissura orbitalis inferior. Hintere Schnittfläche von vorn gesehen. *1* Crista galli. *2* Lamina cribrosa des Siebbeins. *3* hinterste Ausbuchtungen der Cellulae frontales. *4* Foramen opticum. *5* Fissura orbitalis superior. *6* Spina musculi recti. *7* Defekt der seitlichen Augenhöhlenwand entlang der Naht des Keil- und Jochbeins. *8* Cellulae ethmoidales, *8'* Bulla ethmoidalis. *9* Fissura orbitalis inferior. *10* Sulcus infraorbitalis. *11* Lamina perpendicularis des Siebbeins (Nasenscheidewand). *12* untere Siebbeinmuschel (= mittlere Nasenmuschel). *13* Foramen nasale (sphenopalatinum). *14* untere Nasenmuschel. *15* Vomer. *16* Alveolarfortsatz. *17* Hamulus pterygoideus. *18* knöcherner Gaumen. *19* Kieferhöhle. *20* hintere Siebbeinzelle, angeschnitten, die in den oberen Nasengang mündet. *21* Lamina papyracea des Siebbeins.

seine paarigen Hälften sich in der Medianlinie vereinigen, heißt die mediane Gaumennaht, Sutura palatina mediana. Sie wird gekreuzt von der queren Gaumennaht, Sutura palatina transversa (Fig. 89 *57*), in welcher die Gaumenplatten des Oberkiefers und der Gaumenbeine zusammenstoßen. An den Stellen, wo diese Nähte den Alveolarfortsatz treffen, unterbricht jedesmal ein Loch den Verlauf der Naht.

Zwischen medianer Gaumennaht und Alveolarfortsatz der Schneidezähne findet sich das Foramen incisivum, von dem aus im Jugendzustande die Sutura incisiva lateralwärts ausgeht. Das Foramen incisivum ist die unpaare untere Oeffnung eines in der

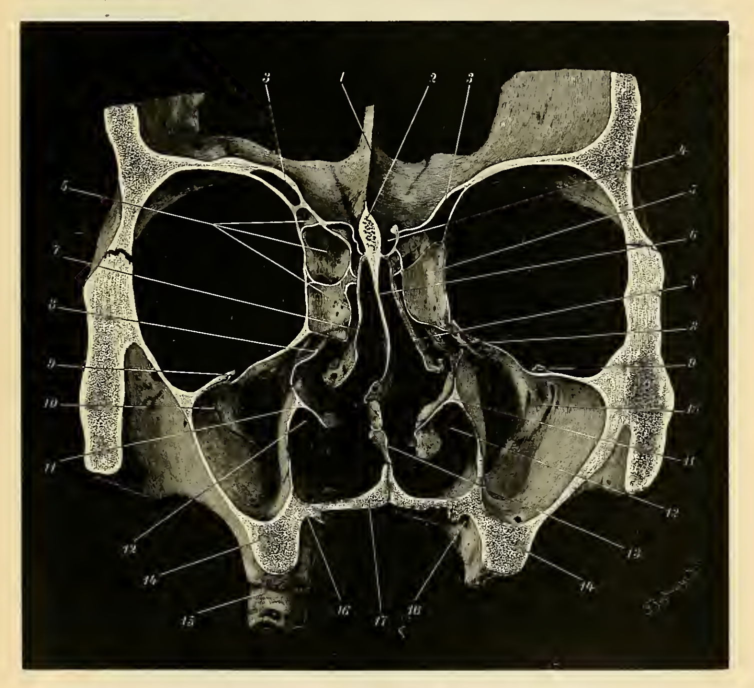


Fig. 97. Frontalschnitt des Gesichtsschädels dicht vor dem Vorderrande der Fissura orbitalis inferior. Vordere Schnitthälfte von hinten gesehen. *1* Crista frontalis interna. *2* Crista galli. *3* Sinus frontalis. *4* Lamina cribrosa. *5* Siebbeinzellen, die in den mittleren Nasengang münden. *6* Lamina perpendicularis des Siebbeins. *7* untere Siebbeinmuschel (= mittlere Nasenmuschel). *8* hinterer Rand (resp. rechts Schnittrand) des Processus uncinatus. *9* Sulcus infraorbitalis. *10* Kieferhöhle mit Furchen für die Zahnnerven unterhalb des Canalis infraorbitalis. *11* untere Nasenmuschel. *12* unterer Nasengang. *13* Vomer. *14* Alveolarfortsatz des Oberkiefers. *15* vorderster Mahlzahn. *16* Gefäßfurche des harten Gaumens. *17* harter Gaumen.

Nasenhöhle mit zwei Eingängen (Fig. 69 *19*) jederseits vom hinteren Rande der Crista incisiva versehenen Kanals. Jeder dieser Eingänge führt in ein sehr kurzes Kanalstück, welches selbständig in jedem Oberkiefer abwärts läuft und regelmäßig durch ein Knochenblättchen, welches von dem vorn in den Kanal hereinragenden hinteren Rande der Semicrista incisiva lateralwärts abgeht, in eine vordere und hintere Abteilung zerlegt wird. Zunächst der Unterseite des Gaumens verliert sich diese Einteilung; zugleich fließen beide Kanäle zusammen

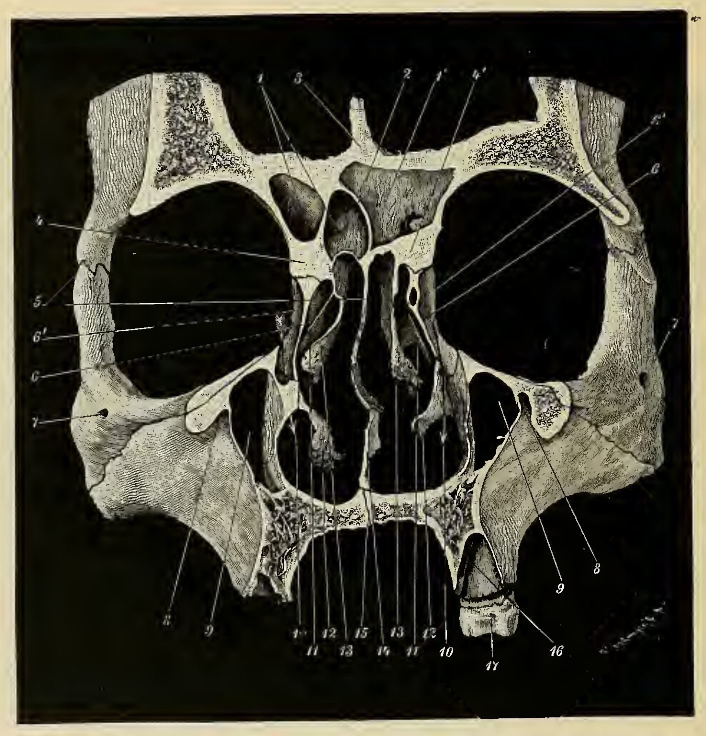


Fig. 98. Vertikaler Frontalschnitt des Gesichtsschädels durch die Foramina infraorbitalia. Hintere Schnittfläche von vorn gesehen. *1* Sinus frontalis der rechten, *1'* der linken Seite. *2* Septum sinuum frontal. *3* Durchschnitt der Crista frontalis. *4* Processus nasalis des Stirnbeins. *5* Lamina perpendicularis des Siebbeins. *6* Thränenbein, *6'* Crista lacrimalis posterior. *7* Foramen zygomaticofaciale. *8* Foramen infraorbitale. *9* Kieferhöhle. *10* Pfeil im Thränenkanal, dessen vordere Wand auf der rechten Seite des Präparates stehen geblieben, links durch den Schnitt entfernt wurde. *11* Processus uncinatus des Siebbeins (vorderer Rand). *12* untere Nasenmuschel. *13* untere Siebbeinmuschel (= mittlere Nasenmuschel). *14* Pflugscharbein. *15* mediane Gaumennaht. *16* Alveole des 2. Prämolarzahns. *17* vorderer Mahlzahn.

und münden in der oft stark trichterförmig erweiterten Oeffnung des Foramen incisivum vereint in der Mundhöhle (Fig. 99 *16*).

In die lateralen Enden der queren Gaumennaht oder dicht dahinter ist jederseits die untere Hauptöffnung des Canalis pterygopalatinus eingeschaltet (Fig. 89 *48*), eines Kanals, der von der Fossa sphenomaxillaris aus schräg vorabwärts, zwischen medialer Seite des Oberkiefers und Pars perpendicularis des Gaumenbeins eingeschlossen, herabkommt. Von ihm aus ziehen öfters zwei Gefäßfurchen, eine mediale, eine laterale (Sulc. palatin. med. und lateral. STIEDA's), zwischen Knochenkanten medial vom Alveolarfortsatz über die Gaumen-

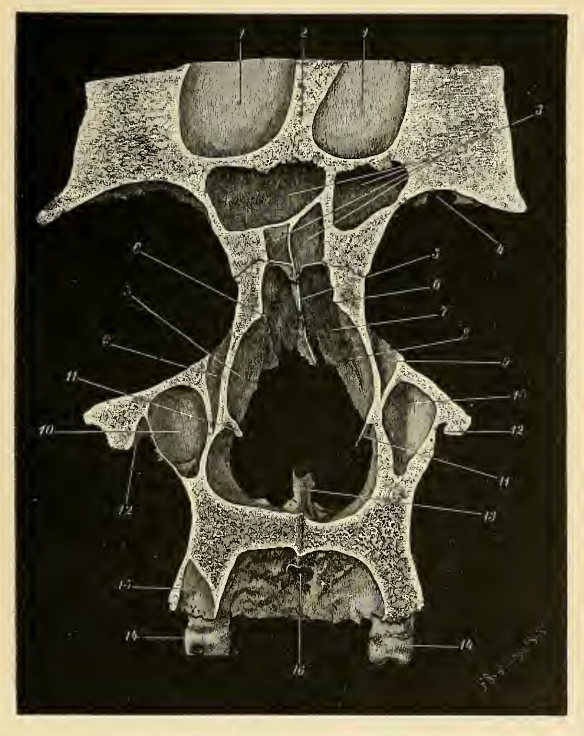


Fig. 99. Vertikaler Frontalschnitt des Gesichtsschädels durch die Foramina infraorbitalia. Vordere Schnittfläche von hinten gesehen. *1* Schädelhöhle. *2* Crista frontalis. *3* Sinus frontales. *4* Incisura supraorbitalis im Orbitalrand. *5* Lamina perpendicularis des Siebbeins. *6* Crista ethmoidalis des Processus frontalis des Oberkiefers. *7* Nasenbein im Hintergrund. *8* Rand der Apertura piriformis. *9* Vorderwand des Thränenkanals. *10* vorderstes Ende der Kieferhöhle. *11* Crista turbinalis des Oberkiefers. *12* Foramen infraorbitale. *13* Crista incisiva. *14* vorderer Prämolarzahn. *15* Alveole des hinteren Prämolarzahns. *16* Foramen incisivum.

platte des Oberkiefers vorwärts, die in seltenen Fällen hinten durch eine Knochenspange überbrückt getroffen werden.

Litteratur.

Miess, *Korrespondenzblatt der deutschen Gesellsch. f. Anthropologie* 1893, 105.
Stieda, L., *Gefäfsfurchen am knöchernen Gaumen*, *Anat. Anz.* 9. *Bd. No.* 24.

Varianten. Als Torus palatinus bezeichnet man eine Wulstung neben der medianen Gaumennaht, die öfters u. a. bei ostpreußischen Schädeln (Stieda) und Lappenschädeln ohne Beziehungen zur Rasse (Waldeyer, Ueber den harten Gaumen, Korrespondenzblatt der deutschen Gesellsch. f. Anthropologie, 1892, Bd. XXIII, S. 118) auftritt und dadurch entsteht, daß hier der Knochen nicht wie in lateraleren Teilen des Gaumens durch Bildung von Drüsennischen ausgehöhlt wird (Rüdinger, Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft, 1891, S. 242). — Anomal findet sich der untere Rand des Vomer beim Erwachsenen in die mediane Gaumennaht eingeschoben (häufiger Befund beim Gorilla) und an der Bildung des Mundhöhlendachs beteiligt (Killermann, Ueber die Sutura palatina transversa und die Beteiligung des Vomer an der Bildung der Gaumenfläche des Menschen, Archiv f. Anthropologie Bd. XXII, 1894, S. 393—424). Die Spina nasalis posterior kann gabelförmig gespalten, bei Diastase der Gaumenplatten der Gaumenbeine zur Hälfte oder ganz vom Gaumenfortsatz des Oberkiefers gebildet sein (Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie; Waldeyer, Ueber den harten Gaumen, Korrespondenzblatt der Anthropologischen Gesellschaft, 1892, No. 11/12).

Schaltknochen in der Gegend der Kreuzung der Gaumennähte beschreiben: Calori, L., Delle anomalie più importanti etc., Memorie dell' accad. delle scienze dell' istituto di Bologna, Ser. II, Tom. III, 1869; Hyrtl, Nahtknochen zwischen den Horizontalplatten des Gaumenbeins, Oesterreich. Zeitschr. f. Heilkunde, Jahrg. VIII, 1862, S. 419. Dieselben stehen vielleicht in Beziehung zu dem vorwärts oder rückwärts einspringenden Verlauf der queren Gaumennaht, je nachdem sie mit dem Oberkiefer oder dem Gaumenbeine nachträglich verwachsen (Stieda, Die verschiedenen Formen der queren Gaumennaht, Arch. f. Anthropologie, Bd. XXII, S. 1—12, 1893). Keilförmiges Vorspringen der Gaumenbeine zwischen die Gaumenfortsätze der Oberkiefer ist eine Tierähnlichkeit (Waldeyer a. a. O.).

C. Allgemeine Formverschiedenheiten der Schädel.

Formänderung des Schädels durch Wachstum.

a) In der Fötalzeit.

Vom Ende des 2. Fötalmonats an hat der Kopf und desgleichen der Schädel eine Form, die bereits als eine dem Menschen charakteristische auf den ersten Blick sich erkennen läßt: sie ist durch übermäßig starke Entwickelung der Schädelwölbung gegenüber der Schädelbasis ausgezeichnet. Dabei nimmt zuerst die Occipitalregion einen unverhältnismäßig großen Bezirk ein, derart, daß etwa das ganze hintere Drittel der Wölbung dem Teile entspricht, der später von der Unterschuppe des Hinterhauptbeins umfaßt wird. Demnächst in Begleitung der Entwickelung der Großhirnhemisphären entwickelt sich die Parietalregion, dann erst die Stirnregion zu größerem Volumen. Gegen Schluß der Fötalentwickelung bildet sich die Hinterhaupt- und

die ihm benachbarte Scheitelgegend wieder stärker aus (entsprechend stärkerem Zuwachs der Hinterlappen des Großhirns und des Kleinhirns), so daß um die Zeit der Geburt die Parietalregion sich unverhältnismäßig mächtig gegenüber der Stirnregion und der eigentlichen Hinterhauptsregion vergrößert hat. Nach der Geburt aber leitet sich neben allgemeiner Größenzunahme zunächst ein stärkeres Wachstum der Frontalregion ein.

Die Gestalt der Schädelwölbung älterer Föten und des Neugeborenen ist auffällig charakterisiert durch die Stirn- und Scheitelhöcker, die stumpf kegelförmig an der Außenfläche stark vorspringen. In der Ansicht von oben her erscheint daher der Schädel wie fünfeckig in die Tubera frontalia, parietalia und die Gegend der späteren Protuberantia occipitalis ausgezogen; bei getrockneten Schädeln tritt dies übertrieben deutlich ein.

In der Ansicht von hinten her erscheint der zwischen den Scheitelhöckern gelegene Schädelteil breit und sehr flach gewölbt, der abwärts davon gelegene Teil wird unten schmäler und abgerundet.

Im Bereich der Basis nehmen schon früh die Felsenteile des Schläfebeins einen verhältnismäßig großen Raum ein. Dabei stehen die Längsachsen der Schläfebeinpyramiden anfangs in spitzerem Winkel gegeneinander (tierähnlicher) (S. 312) als später. Im allgemeinen wächst aber die Basis verhältnismäßig nicht so rasch wie die Schädeldecke, deren mächtige Entfaltung eine spezifische Eigentümlichkeit des Menschen ist. Sie bleibt daher zunächst verhältnismäßig kurz und schmal. In medianer Richtung gemessen ist die Strecke vom Hinterrande der For. occipitale über die Wölbung bis zur Sutura nasofrontalis bei zweimonatlichen Föten fast viermal, bei Neugeborenen dreimal so lang wie die gerade sog. Basislinie (Base-line, Cleland) vom Hinterrande des Foramen occipitale zur Stirnnasennaht. Dies Verhältnis bleibt bei Kindern etwa bis zum 10. Lebensjahr. Später wächst die Basis besonders bei Männern relativ rascher in die Länge als die Decke und beim Erwachsenen wird die Differenz beider Maße geringer, so daß ihr Verhältnis bei Franzosen 1:2,6, Schotten 1:27, Deutschen 1:2,6, Irländern 1:2,96 gefunden wird (Cleland, 1870 Citat a. S. 356).

Auch die Breite der Schädelbasis steht beim Neugeborenen sehr zurück gegen die Breite der Schädelwölbung. Die Wände letzterer steigen daher vom Umfange der Basis fast spitzwinklig divergent zur Gegend des größten Querdurchmessers der Schädelkapsel in der Scheitelhöckergegend und zwar ununterbrochen auf, indem mit Ausnahme an der Stirn die Grenzkante zwischen Basis und Decke fehlt. Zugleich ist die Basis in transversaler Richtung im ganzen abwärts mehr konvex, dagegen in sagittaler Richtung durchschnittlich flacher als beim Erwachsenen Fig. 76, 54, 39. Die Schädel neugeborener Knaben sind durchschnittlich etwas größer und härter als diejenigen von Mädchen. Sonstige graduelle Differenzen dürften aus allgemeinen Gründen auch zu erwarten sein. Vergleich der Schädel neugeborener Europäer mit solchen neugeborener Neger läßt in Bezug auf die allgemeine Schädelform deutlich den Unterschied des Rassentypus erkennen (Schmidt, Arch. f. Anthrop., Bd. XII, S. 171), der sich demnach sehr früh auszuprägen beginnt. (Aehnliches berichtete Hecker, Ueber den Schädeltypus des Neugeborenen, Arch. f. Gynäkologie, Bd. XI, H. 2, S. 348.)

Weiter ist zu erwähnen, daß Skalkowsky durch Messungen

konstatierte, daß die Schädeldimensionen der Mütter und ihrer Kinder in bestimmten Verhältnissen zu einander stehen. Der kindliche Schädel ist dem mütterlichen am ähnlichsten, je näher das Kind der Reife; am frühesten stellt sich das Durchschnittsverhältnis für den biparietalen Durchmesser her. Es war in 70—80 Proz. der untersuchten 113 Fälla der bitemporale Durchmesser des Kindsschädels 4,5 cm, der biparietale 5 cm kürzer als der entsprechende Durchmesser des mütterlichen Schädels. Der Unterschied der Diameter suboccipitobregmatic. des kindlichen und mütterlichen Schädels beträgt 5,5 cm.

v. Skalkoswki, Br., *Ueber die Verhältnisse gewisser Durchmesser des kindlichen und mütterlichen Schädels, Archiv f. Gynäkologie* 38. *Bd.* 1890 *u.* 40. *Bd.* 1891.

Runge, G., *Beitrag z. Lehre v. d. Schädelkonfiguration des Neugeborenen, Zeitschrift f. Geburtshilfe und Gynäkologie* 19. *Bd.* 1890, 74.

Schaeffer, O., *Untersuchungen über Entwickelung der Dimensionenverhältnisse des fötalen Menschenschädels u. s. w. München* 1892, 51 *SS.*

b) In nachembryonaler Zeit.

In dem zeitlichen Verlauf des nachembryonalen Schädelwachstums lassen sich nach MERKEL zwei durch eine vom 7. Jahre bis zur Pubertätszeit reichende Pause getrennte Perioden unterscheiden.

Die erste dieser Perioden hat drei Phasen:

1. Phase = 1. Lebensjahr, ist durch allgemeines gleichmäßiges Wachstum charakterisiert. In ihr Ende fällt die Verwachsung des Alisphenoids mit dem Keilbeinkörper.

2. Phase = 2.—5. Lebensjahr. Neben allgemeiner Größenzunahme vorwiegend in transversaler Richtung verwächst die Stirnnaht und tritt relativ stärkeres Wachstum der Hinterhaupt- und Scheitelgegend ein.

3. Phase vom 5.—7. Lebensjahr. Die Basis verlängert sich relativ stark in sagittaler Richtung, damit auch die Ansatzlinien des Gesichts, welches in sagittaler und vertikaler Richtung sich verlängert. Die Länge des Basioccipitale und des Sphenoidale, die Breite der Choanen, das Foramen occipitale, das Petrosum, die Lamina cribrosa erreichen ihre definitiven Größenverhältnisse.

In der 2. Periode, die von den Pubertätsjahren bis Ende des Größenwachstums etwa um das 23. Lebensjahr reicht, verlängern sich vor allem die vor den Processus pterygoidei gelegenen Teile der Basis, die Ansatzlinien des Gesichtsschädels durch Verbreiterung und Verlängerung des Stirnbeins, der Jochbogen wölbt sich stärker, die Schläfegruben werden geräumiger, die Nebenhöhlen der Nase erreichen ihre definitive Ausgestaltung, das Gesicht seine definitive Größe.

Engel, *Die Schädelform in ihrer Entwickelung, Prager Vierteljahrsschrift* 4. *Bd. Jahrg.* 20, 1863, 51.

Merkel, *Beitrag zur Kenntnis der postembryonalen Entwickelung des menschl. Schädels, Festschrift für J. Henle, Bonn* 1882.

Proportionsänderungen während des nachembryonalen Wachstums.

Durch das nachembryonale Wachstum nimmt im ganzen die Höhe und Länge des Hirnschädels stärker zu als seine Breite. Dabei ist aber der Breitenzuwachs im Bereich der Schädelbasis besonders hinten (Felsenteile) stärker als im Bereich der Schädeldecke. Den relativ weitaus größten Zuwachs erhält die Schädelabteilung, welche

vorn von der durch die äußeren Ohröffnungen fallenden senkrechten Ebene gelegen ist, und zwar hauptsächlich durch Höhen- und Längenzunahme. Hieran beteiligt sich auch der Gesichtsschädel, dessen Höhenzuwachs sogar denjenigen des Hirnschädels übertrifft. Das Wachstum des Gesichtsschädels ist hauptsächlich an den Kieferapparat gebunden, und so bedeutend, daß die beim Neugeborenen noch oberhalb des Infraorbitalrandes gelegene horizontale Halbierungslinie der Antlitzfläche des Schädels beim Erwachsenen in die Nähe der unteren Orbitalränder verschoben ist. Die zum Höhenmaß beitragenden Teile des Oberkiefers (Stirnfortsatz, Kieferkörper, Alveolarteil), sowie der Unterkiefer beteiligen sich daran mit sehr ungleichen, auch individuell schwankenden Werten (Fig. 59 u. 60).

Das Breitenwachstum des Gesichtsschädels ist, da Orbita, Nasengegend und Alveolarbogen des Kindes relativ breiter sind als beim Erwachsenen (die innerhalb des oberen Orbitalrandes, der Nasenwurzel und der Alveolarteile des Unterkiefers gelegenen Nähte auch schon spätestens im 2. Lebensjahre nach der Geburt obliteriert sind), hier geringfügig dafür aber so bedeutend in den seitlichen Teilen in der Gegend des Jochbeins (und dessen Nähten mit Oberkiefer, Stirn- und Keilbein), daß hier der Gesamtbreitendurchmesser schließlich in extremen Fällen sogar den Höhendurchmesser des Gesichts übertrifft (LANGER, C., S. 110 u. f.). Gleichzeitig verschiebt sich mit der Verbreiterung der Schädelbasis auch der Unterkieferast seiner Gelenkpfanne am Schläfebein folgend weiter lateralwärts als das Hinterende des Alveolarbogens.

Vergleicht man an Profilprojektionen (oder Medianschnitten) kindlicher und erwachsener Schädel die Länge der Linien, welche von einem Punkte des Hinterumfangs des äußeren Gehörgangs (oder des Vorderumfangs des Foramen occipitale am Medianschnitt) zur Nasenwurzel, Unterseite des Ursprungs des Nasenstachels, Unterende des Kinnes divergieren, so resultiert, daß beim Erwachsenen die letztgenannte Linie sich am meisten, die erstgenannte am wenigsten verlängert hat, demnach die dem Unterkiefer näher gelegenen Teile sich stärker unter der Nasenwurzel und Stirn vorwärts herausgeschoben haben als höher oben gelegene. Ein Winkelmaß für den Grad dieser Vorschiebung ist der sog. CAMPER'sche Gesichtswinkel, d. i. der Winkel, welchen die vom vorspringendsten Teil der Stirn zum vorspringendsten Teil des Gebisses des Oberkiefers gezogene (Profil-) Linie mit der in der Richtung vom äußeren Gehörgang zum Boden der Nasenhöhle gezogenen Geraden bildet (Fig. 100 c). Dieser Winkel ist bei Kindern größer (fast 90°) als bei Erwachsenen; am kleinsten findet er sich bei Mongolen und Negern. Im allgemeinen ist hiernach die Höhenachse des Gesichts Erwachsener mit dem oberen Ende stärker rückwärts geneigt als beim Kinde. Im einzelnen kombinieren sich mit dieser Schiefstellung Aenderungen der Winkel zwischen solchen Knochenflächen, die sich mehr der horizontalen und solchen, die sich mehr der vertikalen Ebene anschließen.

Falls die Vorschiebung der unteren Kieferteile die ganze Tiefe des Gesichtsschädels gleichmäßig trifft, muß sie auch in der Neigung des Processus pterygoideus, die den hinteren Abschluß des Oberkiefergerüsts bilden und eventuell des Astes des Unterkiefers zum Ausdruck kommen, und mit einer Verkleinerung des CAMPER'schen Winkels unter sonst gleichen Umständen eine entsprechende Ver-

größerung des Winkels zwischen Unterseite der Schädelbasis und Längsachse des Processus pterygoideus (sog. Basalwinkel) statthaben, was nach WELCKER, BETZ auch bis zu einem gewissen Grade zutrifft, aber nach ZUCKERKANDL (l. c. S. 112) nur für die Fälle, daß das Oberkiefergerüst in sich gleichmäßig entwickelt, keine excessive Verkürzung oder Verlängerung seiner unteren Teile (des Gaumens und der Breite des Alveolarfortsatzes) aufweist. ZUCKERKANDL berechnet seinen Basalwinkel aus den drei Seiten eines Dreiecks, welche er mißt: a) vom Hinterumfang des Proc. condyloideus zur Wurzel des Proc. pterygoideus; b) von demselben Ausgangspunkt zum Unterrande der Fossa pterygoidea (= Proc. pyramidalis des Gaumenbeins); c) von letzterem Punkte zur Wurzel des Proc. pterygoideus (= Länge des Proc. pterygoideus). Der Winkel zwischen a und c ist der Basalwinkel, dessen Zunahme parallel der Schrägstellung des Kiefergerüsts schwankt bei Malaien 89°—111, bei Europäern 90°—111°, Negern 100°—121°, Affen 119°—147°. Das am meisten übliche und brauchbare Maß für den Grad der Vorschiebung giebt der schon erwähnte CAMPER'sche Gesichtswinkel*). Schädel, deren Gesichtswinkel unter 80° beträgt, nennt man prognath, solche mit einem Gesichtswinkel von 80° oder mehr orthognath. Ein anderes Winkelmaß zur Bestimmung der Prognathie hat v. JHERING eingeführt, den sog. Profilwinkel. Ein solcher wird auch von der Frankfurter craniologischen Verständigung (s. S. 360) in modifizierter Weise angenommen, nämlich der Winkel, den die von der Nasenwurzel zum Vorderumfang des Alveolarfortsatzes des Oberkiefers gezogenen Linie (Profillinie) mit der deutschen Horizontalebene des Schädels, Fig. 100 *h—h*, d. h. der vom oberen Rande der äußeren Ohröffnung zum unteren Augenhöhlenrande gezogenen Horizontalen bildet, s. Fig. 100 *p̂*. Hiernach sind Schädel mit einem Profilwinkel von nicht mehr denn 82° prognath, solche mit Profilwinkeln von 83—90° mesognath (= orthognath), solche mit noch größeren Profilwinkel hyperorthognath. — Die Vorschiebung der unteren Kieferteile dabei betrifft entweder den ganzen Kiefer unterhalb der Augenhöhlen (maxillare Prognathie) oder ist durch Schrägstellung des Alveolarteils speciell erzeugt (alveoläre Prognathie LANGER).

v. Jhering, *Arch. f. Anthropologie* 5. *Bd.* 1872, 402 *ff.*
Langer, C., *Anatomie der äußern Formen des menschl. Körpers*, *Wien* 1884.
Topinard, P., *Du prognatisme etc.*, *Revue d'anthropologie* 1873, 71—84, 250—266.
Zuckerkandl, E., *Zur Morphologie des Gesichtsschädels*, *Stuttgart* 1877.

Die Volumänderung des Schädels während des Wachstums.

a) Hirnschädel. Zu Ende des 3. Fötalmonats ist das Volum des Schädels etwa 10 ccm, nimmt aber von nun an bis zum 6. Monat progressiv rascher bis auf etwa 120 ccm zu; es folgt dann die Periode gleichmäßigen absolut raschen Wachstums, mit pro Monat etwa 100 ccm Zunahme bis zur Geburt, so daß jetzt der Schädel etwa $^1/_4$—$^1/_5$ des Volums des Erwachsenen erreicht hat. Im ersten Jahre nach der Geburt vergrößert sich der Schädel monatlich um 60 ccm und erreicht dabei ein Volum von etwa 1140 ccm (= 57 Proz. des Er-

*) BESSEL-HAGEN, Zur Kritik der Winkelmessungen am Kopfe. Arch. für Anthropologie, Bd. XIII, 1881, Heft 3.

wachsenen). Nach dem ersten Lebensjahr schreitet die Vergrößerung langsamer fort bis im 13. Jahre ein Gesamtvolum von 1700 bis 1800 ccm erreicht wird und schließt mit dem 20. bis 24. Jahre ab.

b) Der Gesichtsschädel wächst intrauterin anfangs sehr langsam und nimmt im 6. Monat einen Raum von etwa 15 ccm ein. In den drei Fötalmonaten vervierfacht sich das Volum; im 1. Jahr nach der Geburt verdreifacht es sich und erreicht zu Anfang des 2. Jahres $^1/_4$; im 8. Jahr $^1/_2$ der definitiven Größe. Gegen das 23. Lebensjahr ist sein Wachstum beendet (E. Schmidt, Cit. S. 360).

Formänderung erwachsener Schädel.

Die mit dem Stoffwechsel im Knochen einhergehenden Veränderungen durch Resorption und Ersatz von Knochensubstanz ermöglichen es, daß auch nach vollendetem Größenwachstum eine Formveränderung am Schädel durch mechanische Einwirkungen (Schwere des Kopfs, Muskelzug), wie an einer plastischen Masse eintreten können.

Diese Veränderung ist eine sehr langsame, stetige, ihr Effekt summiert sich mit den Jahren, anscheinend progressiv, zu einem deutlichen Merkmal des Greisenschädels. Sie besteht in Abnahme der Höhe des Schädels, Zunahme seiner Breite durch Vorwölbung der Temporoparietalgegend, stärkerem Zurückweichen der Stirn (Verkleinerung des Winkels zwischen Orbitalteil und Schuppe des Stirnbeins), Abflachung der hinteren Schädelgrube, stärkerer Knickung des Hinterhauptbeins in der Gegend des Tuberositas occipitalis. Kurz es hat den Anschein, als wäre die Basis vor-aufwärts (in der Richtung der Pars basilaris oss. occip.) durch den von der Wirbelsäule aufgefangenen Druck der Condylenbelastung gegen die Wölbung verschoben und eingedrückt worden.

Cleland, *Philosophical Transactions* 1870, 136.

Auch postmortal kann sich die Schädelform noch ändern, ohne daß der Schädel zerbricht. Beim Trocknen werden alle (auch macerierte) Schädel durch eine Art Schrumpfung kleiner, brüchiger, starrer. Durch Wasseraufnahme dehnen sie sich wieder aus und erlangen eine gewisse Nachgiebigkeit, die allen feuchten Schädeln eigen ist. Darauf beruht die Möglichkeit, daß Schädel, die in feuchter Erde begraben liegen, durch den Druck, dem sie ausgesetzt sind, zumal, wenn chemische Zersetzungsprozesse mitwirken, in unnatürliche Formen gepreßt werden.

Ba. Davis *und* **Thurnam**, *Crania Britannica.*

Welcker, H., *Bau und Wachstum des menschl. Schädels, Leipzig* 1862.

Broca, *L'influence de l'humidité sur la capacité du crâne, Bulletins de la société d'anthropologie, S.* 2, *T. IX*, 1874, 63 *ff.*

Derselbe, *Etudes sur les propriétés hygrométriques des crânes*, *Revue d'anthropologie, T. III*, 1874, 385—446.

Die Haltung des Schädels auf der Wirbelsäule bei aufrechter ruhiger Haltung des Körpers ist beim Menschen stets eine derartige, daß wenigstens annähernd die quere Verbindungslinie der Condylen des Hinterhauptbeins senkrecht unter den Schwerpunkt des Kopfes gebracht ist und dieser in labilem Gleichgewicht auf der Wirbelsäule mit möglichst wenig Muskelanstrengung gehalten wird. Je mehr nun die vordere Partie des Schädels (durch Wachstum der Stirn und des Gesichts) ein vermehrtes Uebergewicht bekommt, um so mehr muß sie durch Drehung des Schädels um eine transversale Achse gehoben

werden, damit obige Gleichgewichtsbedingung erfüllt werde. Dies tritt im Vergleich mit dem kindlichen Schädel für den Schädel des Erwachsenen, besonders des Mannes, wirklich ein. Zum Teil wird der erforderlichen Hebung der vorderen Schädelpartien durch Wachstumsverhältnisse der Condylen des Hinterhaupts Rechnung getragen. Diese sind nämlich beim Kinde flach auf der Unterseite des Schädels angebracht und dieser konzentrisch gekrümmt. Beim Erwachsenen aber ist die Krümmung der Condylenfläche und des daran gelegenen Abschnittes der Hirnschale nicht mehr konzentrisch, sondern die zu senkrecht übereinander gelegenen Scheitelpunkten der Krümmungen beider gehörigen Tangenten divergieren nach vorn. Den zwischen ihnen befindlichen vorn offenen Winkel füllt eine keilförmige Knochenmasse aus, um deren größte Dicke die Vorderabteilung der Condylengelenkfläche tiefer steht als daneben gelegene Teile der Basis. In Bezug auf die ruhend gedachte Condylengelenkfläche hat sich also im Vergleich zum Kinderschädel der vordere Teil des erwachsenen Schädels in toto gehoben. Im Greisenalter ändern sich (Atrophie des Gesichts) die Balanceverhältnisse des Schädels in entgegengesetztem Sinne, das Gesicht wird weniger hoch getragen, die vorderen Condylenteile werden wieder niedriger.

Cleland, *Philosophical Transactions* 1870, 160 *ff.*

Derselbe, *Philosophical Transactions* 160. *Bd.* 1870, 117 *ff.*

Derselbe, *Form of the human skull in different ages and in different nationalities*, *Memoirs and memoranda of anatomy*, *Vol. I*, 1889, 13—26.

Schmidt, E., *Craniologische Untersuchungen*, *Arch. f. Anthropologie* 12. *Bd.* 1879, 1, 2.

Geschlechtsunterschiede am Schädel.

Vor allem ist festzuhalten, daß die sog. Geschlechtsunterschiede am Schädel als graduelle Varianten erscheinen, und ein durchschlagendes Unterscheidungsmerkmal männlicher und weiblicher Schädel nicht bekannt ist.

Nach Berechnungen der Statistik ist der erwachsene Männerschädel durchschnittlich absolut größer als der Weiberschädel. Die Volumina beider verhalten sich im Mittel wie 100 : 89,7, der Horizontalumfang wie 100 : 96 (Welcker). Bei Rassen höherer Kulturstufe sind die Differenzen etwas größer als bei nicht kultivierten (Schmidt u. a.).

Im allgemeinen zeigt der männliche Schädel neben seiner überhaupt gröberen, dickeren Knochenform weitergehende Ausbildung der mehr sekundären, im Laufe der späteren Entwickelung auftretenden Gestaltungen als der weibliche. So findet sich bei jenem die Modellierung der Schädeloberfläche durch Muskelansatzleisten (Nackenlinie, Hinterhauptshöcker, Schläfenlinie, Leisten des Unterkiefers) kantiger, rauher, kurz schroffer ausgeprägt, der Proc. styloideus dicker; die lufthaltigen Höhlen im Knochen (Stirn-, Keilbein-, Kieferhöhle, Höhlen des Warzenfortsatzes) weiter ausgedehnt, die durch sie erzeugten Vorwölbungen der Oberfläche (Arcus superciliares, Processus mastoideus) stärker vorspringend. Demgegenüber behält der weibliche fertige Schädel schon durch seine zierlicheren Knochenformen und glattere Oberfläche eine entschiedene Aehnlichkeit mit dem kindlich jugendlichen und behauptet eine Zwischenstufe zwischen diesem und dem fertigen Männerschädel auch durch eine Reihe anderer Eigentümlichkeiten. Unter diesen ist zu erwähnen, daß die Schädelbasis des Weibes schmal

und kurz und im Verhältnis zur Schädelwölbung kleiner ist als bei Männern, ferner die Stirnhöcker plötzlicher vorstehen und das Scheitelbein mehr quadratisch, die Scheitelgegend mehr abgeflacht ist, ebenso wie die davor gelegene Stirn (Glabella) und die dahinter gelegene Hinterhauptsgegend. Der Scheitelhöcker und Hinterhauptshöcker, die keine primitiven Ossifikationscentren, sondern Verwachsungsleisten solcher sind (s. Entwickelung des Scheitelbeins, S. 114), treten bei erwachsenen Männern stärker ausgeprägt auf. Am meisten charakteristisch zeigen sich diese Verhältnisse im Profil des weiblichen Schädels: „Der flache Scheitel pflegt nämlich plötzlich in die senkrechte Stirnprofillinie überzugehen, so daß der Uebergang von Stirn zum Scheitel nicht in einer Wölbung, sondern in einem leichten Winkel stattfindet. In ähnlicher Weise geht in einer Art winkeliger Knickung der flache Scheitel in das Hinterhaupt über“ (Ecker).

Die Form der Schädelwölbung beim Manne ist mehr gleichmäßig gekrümmt und in der Scheitelgegend höher als beim Weibe. Unter Umständen findet man sogar letztere in der Medianlinie zu einer Art stumpfen Firste erhöht (Scheitelkante bei Südaustraliern). Mit Bezug hierauf bemerkt Ecker, daß beim Gorillamännchen sich eine sehr starke Scheitelkante typisch findet, während sie dem Gorillaweibchen fehlt. Durch starke Entwickelung der Stirnhöhlen wird bei Männern öfters der untere Teil der Stirn vorwärts ausgebuchtet, so daß diese mehr rückwärts aufsteigt; zugleich die sagittale Dimension des Augenhöhlendachs und damit die des Gesichtsschädels verlängert.

Welcker erklärt den weiblichen Schädel als prognather, Weisbach als orthognather als den männlichen.

Topinard findet in dieser Hinsicht, daß bei den weißen und gelben Menschenrassen die Weiber durch stärker prognathe Neigung des Alveolarteils, dagegen weniger starke des oberhalb davon gelegenen Gesichtsstücks gegenüber den Männern sich unterscheiden. Bei schwarzen Rassen sind dagegen die Männer im Alveolarteil prognather, aber weniger prognath im darüber gelegenen Kieferteil als die Weiber.

Der weibliche Unterkiefer ist im ganzen leichter, kleiner, der Kieferwinkel stumpfer, die Kieferbogen flacher, das Kinn breiter, der Kieferast niedriger als beim Manne.

Alle genannten Merkmale zusammengenommen können im Einzelfall mit einiger Wahrscheinlichkeit die fragliche Zugehörigkeit des Schädels eines Erwachsenen zu einem männlichen oder weiblichen Körper diagnostizieren lassen, doch kennt man kein ganz untrügliches, bloß einem Geschlecht eigentümliches Unterscheidungsmerkmal. Unter den vorhandenen besitzen einzelne einen höheren diagnostischen Wert, und zwar nach Broca in folgender Reihenfolge: 1) Breite der Glabella; 2) eckige Form des Stirnprofils und der Stirnhöcker; 3) Scharfkantigkeit der lateralen Abteilung des oberen Orbitalrandes; 4) Kleinheit der Protuberantia occipitalis externa. Spricht die Beschaffenheit der genannten Merkmale übereinstimmend, so soll kaum ein Zweifel über das Geschlecht mehr möglich sein.

Am Schläfebein soll nach Thiem bei Männern die Crista petrosa am Vorderrande des Processus mastoideus sehr weit herabragen, beim Weibe aber schon in halber Länge desselben aufhören und zugleich lateral vom Processus styloideus keine scharfe Knochenkante mehr bilden, sondern eine rauhe Fläche, die mit dem Proc. mastoideus und styloideus zusammen eine Grube einschließt, Fossa tympanicostylo-

mastoidea (THIEM), die den Männern fehlt. Ich habe keine Gelegenheit gehabt diese Angaben an einer hinreichend großen Anzahl von Schädeln auf ihre Konstanz zu untersuchen.

Broca, P., *Instructions craniologiques*, *Mémoires de la Société d'anthropologie* 2. *Sér. Vol. II*, 142.
Derselbe, *Sur les crânes de la caverne de l'homme mort* (*Lozère*), *Revue d'anthropologie T. II*, 1873, 28—35.
Davis, B., *Ueber makrocephale Schädel u. weibliche Schädelform*, *Arch. f. Anthropol. II*, 25.
Dureau, A., *Des caractères sexuels du crâne humain*, *Revue d'anthropologie* 1. *Sér. T. II*, 1873, 475—487 (*enthält eine kritische Besprechung aller über Geschlechtsdifferenzen bekannten, mit Berücksichtigung auch der älteren einschlägigen Litteratur*).
Ecker, A., *Ueber eine charakteristische Eigentümlichkeit des weiblichen Schädels*, *Archiv f. Anthropologie* 1. *Bd.* 1866, 81—88.
v. Holländer, P., *Beitrag zur Anatomie der Scheitelbeine des Menschen*, *Dissert. Königsberg* 1894 (*Scheitelbein, quadratische Form beim Weibe; rechteckig, sagittal länger beim Manne vorherrschend*).
Huschke, E., *Schädel, Hirn und Seele*, *Jena* 1854.
Mantegazza, P., *Dei caratteri sessuali del cranio umano*, *Archivio per l'antropologia T. II*, 1872, 11—27.
Derselbe, *Studi di craniologia sessuale*, *Archivio per l'antropologia Vol. V*, 1875.
Morselli, E., *Del peso del cranio e della mandibola in rapporto col sesso*; *Archivio per l'antropologia* 1875 *V p.* 149.
Rebentisch, E., *Der Weiberschädel*, *Dissertation Strafsburg* 1892, *und in Morphologische Arbeiten* 2. *Bd.* 207—274.
Schmidt, E., *Anthropologische Methoden* (*S.* 257)
Derselbe, *Kraniologische Untersuchungen*, *Archiv f. Anthropologie* 12. *Bd.* 2.
Sömmerring, *De corporis humani fabrica*, *Frankfurt* 1794.
Thiem, *Geschlechtsunterschiede am Schläfebein*, *Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellsch f. Anthropologie* 33. *Jahrg* 1892 *No* 8. 37 (*Abdruck aus: Thiem, Ueber Verrenkungen des Unterkiefers nach hinten*, *Archiv f. klinische Chirurgie* 37. *Bd.* 529, *dazu Taf. IX.*)
Thurnam, J., *On the two principal forms of ancient british and gaulish skulls*, *Memoirs read before the Anthropological Society of London Vol. I*, 1863—1864, 459—519, *London* 1867.
Welcker, *Bau und Wachstum des menschlichen Schädels*, *Leipzig* 1862.
Derselbe, *Kraniologische Mitteilungen*, *Archiv f. Anthropologie* 1. *Bd.* 1866, 120—126.
Weisbach, *Der deutsche Weiberschädel*, *Archiv f. Anthropologie* 3. *Bd.* 1868, 59—86.

D. Einiges über vergleichende Schädelkunde und Schädelmessung.

Die Größenverhältnisse gleichnamiger Durchmesser verschiedener Schädel sind bedeutenden Schwankungen unterworfen, die schon durch die äußere Besichtigung des Schädels (Kranioskopie) in der Ansicht von oben (Norma verticalis), von hinten (N. occipitalis), von vorn (N. frontalis) und von der Seite (N. temporalis) dem bloßen Auge teilweise erkenntlich sind. Einen präziseren Ausdruck für die Differenzen in den Proportionen durch eine Reihe geeignet gewählter Maße zu bekommen, ist der Zweck der Schädelmessung (Kraniometrie), die sich auf lineare Dimensionen, Winkel, Flächen, Volum des ganzen Schädels, seiner Durchschnitte oder Einzelteile erstreckt. Die Ausbildung der komplizierten, hierzu nötigen Technik, zweckmäßige Auswahl der zu messenden Verhältnisse, die richtige Beurteilung der Bedeutung der gefundenen Maßzahlen ist bereits auf Grund einer eine große Zahl von Schädelmessungen umfassenden Statistik angebahnt worden. Die darüber jetzt vorliegende Litteratur ist eine gewaltige. Doch ist die in verschiedenen Ländern (besonders in Frankreich — durch BROCA und seine Schüler — und in Deutschland) geübte kraniometrische Methodik von Anfang an keine übereinstimmende gewesen, so daß die von verschiedenen Forschern gewonnenen Messungsresultate nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Die Erkenntnis, daß dieser Umstand ein Haupthemm-

nis für den allgemeinen Fortschritt der vergleichenden Schädelkunde bildet, hat in neuerer Zeit unter den Anhängern der verschiedenen kraniometrischen Schulen das Bestreben hervorgerufen, durch zweckmäßige gegenseitige Zugeständnisse eine allgemeine Einigung betreffs Nomenklatur, Technik und Methodik zu erzielen, die aber bis jetzt erst zum kleinsten Teile erreicht ist.

Von den bisher üblichen Methoden genügt keine dazu, das Gesamtbild des Schädels durch Messungsresultate zu ersetzen. Die auf der direkten Anschauung beruhende Beschreibung ist daher neben den Messungsresultaten unentbehrlich. Immerhin ist aber nur durch die Messung eine so sehr verfeinerte Kontrolle des Augenmaßes und Unterscheidung der Schädelformen ermöglicht, wie sie für anthropologische Forschung Bedürfnis ist. Von seiten der Anthropologen ist daher auch hauptsächlich die Ausbildung der komplizierten Technik der Kraniometrie unternommen worden. Man findet Aufschluß hierüber in:

Benedict, *Artikel Schädelmessung, in Eulenburg's Realencyklopädie d. med. Wissensch.*

Broca, P., *Mémoires d'anthropologie* 4. *Bd. Paris* 1883. (*Gesammelte Schriften Broca's.*)

Derselbe, *Instructions craniologiques et craniométriques de la Société d'anthropologie de Paris, Paris* 1875.

Schmidt, E., *Anthropologische Methoden, Leipzig* 1888.

Topinard, P., *L'homme dans la nature, Paris* 1891, 131—162.

Derselbe, *Eléments d'anthropologie générale, Paris* 1885 (2. *Abschnitt des sehr umfangreichen Werkes*).

Das Folgende enthält nur eine sehr kurz gefaßte Auswahl des Hauptsächlichsten. Um für einige wichtige Punkte des Schädels kurze Bezeichnungen zu haben, sind von Broca und seinen Schülern folgende Namen eingeführt worden, die sehr allgemein schon Verwendung finden.

I. Für den Hirnschädel.

Basion, der mediane Punkt des Vorderrandes des Hinterhauptlochs.

Opistion, der mediane Punkt des Hinterrandes des Hinterhauptlochs.

Inion, Vorsprung der Protuberantia occipit. externa.

Lambda, Punkt, wo Pfeilnaht und Lambdanähte sich treffen.

Obelion, Kreuzungspunkt der Pfeilnaht mit der Verbindungslinie beider Scheitelhöcker.

Bregma, Vereinigungspunkt der Coronalnaht mit der Pfeilnaht.

Metopion, Kreuzungspunkt des medianen Schädelumfangs mit der horizontalen Verbindungslinie beider Stirnhöcker.

Ophryon, Kreuzungsstelle des kürzesten Querdurchmessers der Stirn mit dem medianen Schädelumfang (point susnasal oder susorbitaire).

Stephanion, Kreuzungsstelle der Linea temporalis mit der Kranznaht.

Asterion, Vereinigungspunkt der Lambda-, Parietotemporal-, Occipitotemporalnaht (hintere Seitenfontanelle).

Pterion, die Gegend, wo Stirn-, Scheitel-, Schläfebein und Spitze des großen Keilbeinflügels dicht beisammenliegen (vordere Seitenfontanelle).

II. Für den Gesichtsschädel.

Nasion, Kreuzungspunkt der Medianebene und Stirnnasennaht.

Unterer Nasenpunkt (point spinal) an der Basis der Spina nasalis anterior.

Alveolarpunkt (point alvéolair), Kreuzungspunkt des Zahnrandes des Oberkiefers mit der Medianebene.

Kinnpunkt (point mentonier), medianer Punkt des unteren Kinnrandes.

Dacryon, Punkt, wo Nasenfortsatz des Oberkiefers, Stirnbein und Thränenbein zusammentreffen.

Hinterer Thränenbeinpunkt (point lacrymal postérieure), der Punkt, wo die Crista lacrimal. poster. das Stirnbein trifft.

Aeußerer Orbitalpunkt (point orbitaire externe), Kreuzungspunkt des lateralen Orbitalrands mit der Stirnjochbeinnaht.

Hinterer Jochbeinwinkel (point jugal), Scheitel des zwischen oberem Jochbogenrand und hinterem Jochbeinrand eingeschlossenen Winkels.

Jochbeinpunkt, vorspringendster Teil der Wölbung (Höckerchen) der Gesichtsfläche des Jochbeins.

Jochbein, Oberkieferpunkt, tiefste Stelle der Sutura zygomatico-maxillaris.

Gonion, Unterkieferwinkel.

Das Volum der Schädelhöhle (Höhlenkapacität) hat, da es mit der Masse des Gehirns steigt und fällt, ein hervorragendes Interesse. Dasselbe wird bestimmt, indem man die Schädelhöhle mit Körnern (Schrotkörner, Erbsen) ganz ausfüllt, deren Menge nachträglich mit Hilfe von Maßgefäßen festgestellt wird. Die Kapacität der Schädelhöhle schwankt zwischen den Extremen von 1000 und 2000 ccm, beträgt durchschnittlich 1300—1600 ccm, für die weiblichen Schädel zumal höher kultivierter Völker etwas weniger als für die von Männern (und zwar [nach Flower] im Verhältnis von 845 : 1000). Die durchschnittlich größten Volumina (1546 ccm) haben die Schädel der Eskimo, demnächst (1510 ccm) die von Engländern und Deutschen (Davis); die kleinsten (960 ccm) fand Flower bei einem im Erlöschen begriffenen Volksstamme Ceylons.

Davis, *Proceedings of the Royal Society of London Vol. XVI*, 1868, 236.
Flower, *Archiv f. Anthropologie* 11. *Bd.* 1879, 4. *Heft* 391.

Eine Zusammenstellung der von verschiedenen Autoren gefundenen Werte der Schädelkapacität giebt:

Welcker. H., *Die Kapacität und die drei Hauptdurchmesser der Schädelkapsel etc.*, *Archiv f. Anthropologie* 16. *Bd.* 1886, 37.

Ueber die Technik vergl. u. a.

Schmidt, E., *Ueber die Bestimmung der Schädelkapacität*, *Archiv f. Anthropologie* 13. *Bd.* 1882, 53—80

Die Grösse der Hirnkapsel (= Hirnschädel-Gesamtvolum) ist um die Dicke der Knochenwände des Hirnschädels, also um einen sehr stark individuell variierenden Wert größer als das Volum der Höhle. Zwischen beiden besteht daher kein konstanter Parallelismus. Versuche von Schmidt ergaben, daß das Volum der Knochenmasse des Hirnschädels durchschnittlich 25,5 Proz. der Gesamtgröße der Hirnkapsel beträgt (Extreme: 18 und 33 Proz.).

Die Bestimmung der Gesamtgröße der Hirnkapsel geschieht im Prinzip durch Messung der vom Hirnschädel beim Eintauchen in eine Flüssigkeit verdrängten Flüssigkeitsmenge. Schmidt hat auf empirischem Wege eine Formel gefunden, vermittels deren ohne direkte volumetrische Bestimmung aus linearen Maßen sich die Gesamtgröße der Hirnkapsel sehr annähernd berechnen läßt.

Derselbe stellte zu diesem Zwecke empirisch an einer Reihe von 100 Schädeln verschiedenster Herkunft fest:

1) Das durch Eintauchen der Schädelwölbung bis zu einer Ebene, die durch den oberen Rand der Ohröffnungen und der Augenhöhlen gelegt wird, gefundene Volum verhält sich zur Gesamtgröße der Hirnschädelkapsel wie 1000 : 1089.

2) Das arithmetische Mittel aus den drei Hauptdurchmessern (Länge, Höhe, Breite), also die Größe $\frac{L+H+B}{3}$, steigt und fällt proportional dem Grundmodulus, d. h. der Kubikwurzel aus der empirisch bestimmten Gesamtgröße (Gesamtvolum) der Schädelkapsel, und zwar verhält sich ersteres zu letzterem wie 15239 : 11996.

Daraus berechnet sich: Gesamtgröße der Hirnkapsel

$$= \left(\frac{L+H+B}{3} \times \frac{11996}{15239}\right)^3 . 1{,}089.$$

Die in dieser Formel enthaltenen drei Schädeldurchmesser stehen rechtwinklig zu einander. Die Breite (B) wird senkrecht zur Medianebene gemessen zwischen den transversal distantesten Punkten des Schädels. Die Länge (L) mißt man am sichersten von der Glabella oder dem Metopion zur Protuberantia occipitalis externa (Inion). Beide Längenmaße sind annähernd gleich, dasjenige vom Metopion aber vorzuziehen, weil dieser Meßpunkt deutlicher fixiert ist und der Durchmesser von hier aus am besten mit der Mitte der allgemeinen Längsrichtung des Schädels zusammenfällt. Die Höhe (Gesamthöhe), H, ist die Summe der vom höchsten und tiefsten Punkte der Schädelkapsel auf den Längsdurchmesser derselben lotrecht gefällten beiden Linien. Letztere brauchen nicht in einer und derselben Geraden zu liegen. Behufs Messung dieser Linien (mit dem Stangenzirkel) muß vermittelst einer um die Schädelkapsel durch die Endpunkte des Längsdurchmessers gespannten Gummischnur) markiert werden, wo die durch den Längsdurchmesser senkrecht zur Medianlinie gelegte Ebene die Schädeloberfläche schneiden würde.

Schmidt, E., *Archiv f. Anthropologie* 12. *Bd.* 1, 2, 1879.

Nach den gemachten Bestimmungen ergiebt sich das Volum mittelgroßer männlicher Hirnkapseln = 1810—1950 ccm (Extreme: 1530 ccm oder weniger; 2280 ccm oder mehr); dasselbe mittelgroßer weiblicher Hirnkapseln 1610—1730 ccm (Extreme: 1410 ccm und weniger; 1960 ccm und mehr.

Schädel der Völker wärmerer Zonen sollen im allgemeinen kleiner sein als solche kälterer Zonen (Eskimos).

Die Horizontalebene des Schädels. Da sich die Medianebene (vertikale Halbierungsebene) von selbst ergiebt, ist vor allem behufs einheitlicher Aufstellung der Schädel zum Zwecke der Messung und Zeichnung noch die Feststellung einer Reihe von Punkten des Schädels, die ein für allemal als in horizontaler Ebene liegend angenommen werden, nötig. Man bezeichnet die durch diese gelegte Ebene als kraniometrische Horizontalebene des Schädels. Eine solche ist z. B. die sog. deutsche Horizontalebene, die durch die Frankfurter kraniometrische Vereinigung von den deutschen Anthropologen (nebst einer Reihe anderer Maße, deren hauptsächlichste unten angeführt werden) vereinbart ist (Archiv f. Anthropo-

logie 15. Bd. 1884 S. 1—8). Sie ist „jene Ebene, welche bestimmt wird durch zwei Gerade, welche beiderseits den tiefsten Punkt des unteren Augenhöhlenrandes mit dem senkrecht über der Mitte der Ohröffnung liegenden Punkt des oberen Randes des äußeren Gehörgangs verbinden“ (Fig. 100 *h*—*h*).

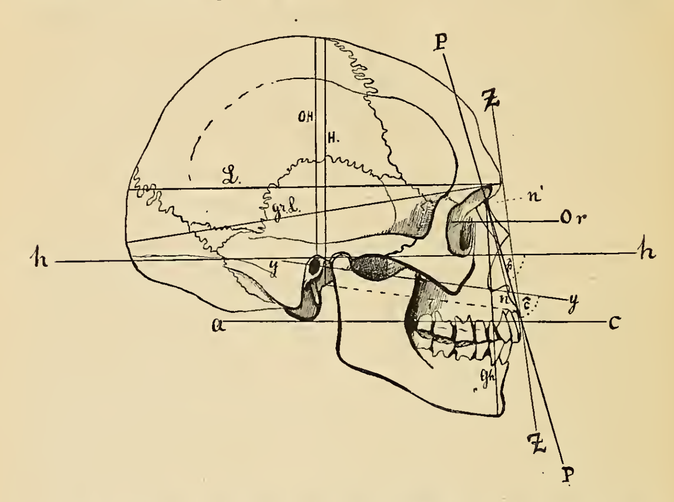


Fig. 100. Norma temporalis eines dolichocephalen und prognathen Schädels. Der zwischen den Linien *y*—*y* und *z*—*z* eingeschlossene Winkel $\hat{c}$ ist der CAMPER-sche Gesichtswinkel. Die Linie *Or* bezeichnet den Plan biorbitaire BROCA's. Die Linie *A* — *C* den Plan alvéolocondylien BROCA's. Die anderen eingetragenen Schädelmaße entsprechen denen der Frankfurter kraniometrischen Verständigung (s. S. 364). *h*—*h* deutsche Horizontalebene (VIRCHOW's). *H* Höhe des Schädels. *OH* Ohrhöhe. *L* gerade Länge. *gr. L* größte Länge. *PP* Profillinie. $\hat{p}$ Profilwinkel. *Gh* Gesichtshöhe. *n*—*n* Nasenhöhe. *GL* Profillänge des Gesichts.

Aehnliche Horizontalebenen sind verschiedentlich aufgestellt, so z. B. die Göttinger Linie, v. BAER und WAGNER (Bericht über die Versammlung einiger Anthropologen in Göttingen), die v. JHERING'sche Horizontale (Zeitschrift f. Ethnologie 5. Bd. 1873 S. 121) u. a. m., die von SCHMIDT (Die Horizontalebene des menschlichen Schädels, Archiv f. Anthropologie 9. Bd. 1876 S. 25—60) vergleichend besprochen werden.

Im Gegensatz zu den bisher erwähnten, willkürlich gewählten kraniometrischen Horizontalebenen muß als die natürliche Horizontalebene des Schädels diejenige angesehen werden, welche in Aufrechterhaltung des Kopfes bei horizontal vorwärts gerichtetem Blick durch beide Sehachsen geht. Diese Ebene ist bezüglich des Schädels sehr annähernd durch die Ebene gegeben, in welcher die Längsachsen beider Augenhöhlen liegen, und ist die einzige Ebene, die durchstehend sowohl bei Tieren als beim Menschen in ungezwungener Ruhestellung horizontal gehalten wird, von individuellen oder ethnischen Varianten unab-

hängig, durch die Funktion des günstigsten Sehens bestimmt ist (Plan biorbitaire Broca's).

Da diese Ebene aber wegen des Mangels geeigneter Meßpunkte für die gewöhnliche Art der Kraniometrie nicht definierbar ist, empfiehlt Broca seinen Plan alvéolo-condylien (Fig. 100) nicht ganz zutreffend*) als diejenige Ebene, welche der natürlichen durchschnittlich am meisten parallel stehe und direkt anatomische Meßpunkte biete.

Broca, P., *Le plan horizontal de la tête*, *Bulletins de la Société d'anthropologie T. VIII*, 1873, 48.

Derselbe, *Angles alvéolo-condyliens et biorbitaires*, *Bulletins de la Société d'anthropologie T. VIII*, 1873, 150—179; *auch in Mémoires d'anthropologie* 1883

Derselbe, *L'angle orbito-occipital*, *Revue d'anthropologie T. VI*, 1877, 335—432.

Von hervorragendem Interesse ist die Winkelstellung der Ebene des Hinterhauptlochs zur natürlichen konstanten Horizontalebene. Je mehr horizontal gerichtet die Wirbelsäule zum Schädel herantritt (menschlicher Embryo, Vierfüßer, alle Affen), um so mehr liegt das Hinterhauptsloch am Hinterende des Schädels und sein Rand in einer vorwärts abfallenden Ebene. Die fast vertikale Stellung des oberen Endes der menschlichen Wirbelsäule, die sich vom Ende des ersten Lebensjahres ab mit dem aufrechten Gang des Menschen entwickelt, bedingt, daß sich das Hinterhauptsloch des Menschen mehr vorwärts an die untere Seite der Schädelbasis versetzt und dann nicht mehr wie bei Tieren in einer vorwärts abfallenden, sondern vielmehr in einer vorwärts ansteigenden Ebene liegt (Daubenton 1764).

Im ersteren Falle schneidet die Ebene des Hinterhauptlochs sich mit der Ebene des horizontalen Sehens hinter dem Hinterhauptloch. Der zwischen beiden eingeschlossene Winkel (Angle orbito-occipital Broca's) öffnet sich vor-abwärts und wird positiv gerechnet; im letzteren Falle aber schneiden sich beide Ebenen vorn vom Hinterhauptloch, der Winkel (Angle orbito-occipital) öffnet sich rückwärts, wird negativ. Ersteres ist stets bei Tieren, letzteres nur beim Menschen der Fall.

Broca findet den Winkel:

beim Menschen . . .	—39° bis +5° (Durchschnitt —12°)
bei Affen im Minimum	+20°
„ Raubtieren . . .	+63° bis +93°
„ Nagern	+92° „ +102°.

Die Kleinheit (Negativität) dieses Winkels unterscheidet demnach den menschlichen Schädeltypus weit von dem aller anderen Tiere, selbst der menschenähnlichsten Affen. Die graphische Darstellung dieses Winkels s. Broca, Mémoires d'anthropologie, Bd. IV, Taf. I. Ueber andere Unterschiede des Menschen- und Tierschädels, wovon als auffälligste zu nennen sind die Verkürzung des bei Tieren zur Bildung der Schnauze vorgeschobenen Gesichts und der Uebergang der Lamina cribrosa aus der senkrechten Stellung bei Tieren in die horizontale beim Menschen durch Senkung ihres vorderen Endes, vergleiche P. Topinard, L'homme dans la nature, S. 223 ff. (Transformation du crâne de l'animal en crâne humain) und S. 240 ff. Auch Seydel, Citat auf S. 241.

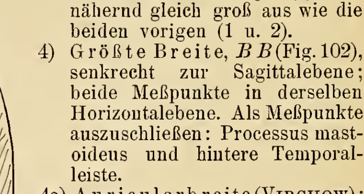
---

*) Schmidt, Die Horizontalebene des menschlichen Schädels, Archiv f. Anthropologie 9. Bd. 1876, S. 25—60.

Lineare Maße der Frankfurter kraniometrischen Verständigung.

(Arch. f. Anthropologie, Bd. 15, 1884, S. 1—8).

I. Lineare Maße des Hirnschädels.

1) Gerade Länge, *L* (Fig. 100), parallel der Horizontalebene von der Mitte zwischen den Arcus superciliares auf dem Stirnnasenwulst (dessen Dicke womöglich anzugeben ist) zum vorspringendsten Punkt des Hinterhaupts (Schiebezirkel).
2) Größte Länge, *gr. L* (Fig. 100), von der Mitte zwischen den Arc. superciliares zum vorspringendsten Punkte des Hinterhaupts ohne Rücksicht auf die Horizontalebene (Tasterzirkel).
3) Intertuberallänge, von der Mitte zwischen den Stirnhöckern zum vorragendsten Punkt des Hinterhaupts, ohne Rücksicht auf die Horizontalebene (Tasterzirkel); 1 und 2 ergeben einen Unterschied nur bei sehr stark rückwärts ausgezogenem Hinterhaupt. Bei brachycephalen Schädeln mit gut gerundeter Stirn fällt auch  die Intertuberallänge (3) annähernd gleich groß aus wie die beiden vorigen (1 u. 2).
4) Größte Breite, *BB* (Fig. 102), senkrecht zur Sagittalebene; beide Meßpunkte in derselben Horizontalebene. Als Meßpunkte auszuschließen: Processus mastoideus und hintere Temporalleiste.

4a) Auricularbreite (Virchow): Entfernung der Ränder beider Ohröffnungen.

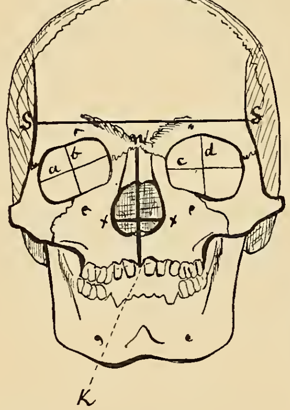


Fig. 101. Vorderansicht des Schädels [die eingetragenen Maße entsprechen denen der Frankfurter Verständigung]. *a* größte Breite des Orbitaleingangs. *b* große Höhe des Orbitaleingangs senkrecht auf *a*. *c* größte horizontale Breite des Augenhöhleneingangs. *d* größte vertikale Höhe des Orbitaleingangs (senkrecht zu *c*). *x—x* horizontale größte Breite der Nasenöffnung. *n—k* Obergesichtshöhe. *SS* kleinste Stirnbreite.

5) Kleinste Stirnbreite, *SS* (Fig. 101), geringster Abstand der Schläfelinien (über der Wurzel des Jochfortsatzes am Stirnbein) (Schiebe- oder Tasterzirkel).
6) Höhe (ganze Höhe, Virchow), *H* (Fig. 100), von der Mitte des Vorderrandes des For. occipitale zum Scheitel, senkrecht zur Horizontalebene (Tasterzirkel). — Differenz der Höhe des Hinter- und Vorderrandes des For. magnum (für die Mitbestimmung der Baer-Ecker'schen Höhe) ist mit anzugeben.
7) Hilfshöhe; für den Fall, daß die Horizontalebene (bei defektem Gesichtsschädel) nicht bestimmbar ist, wird gemessen vom Vorderrande des Foramen occipitale zum Bregma, sie ist annähernd gleich 6 (Tasterzirkel).

8) Ohrhöhe, *OH* (Fig. 100), vom oberen Rande des Gehörgangs bis zum darüber stehenden Punkt des Scheitels, senkrecht zur Horizontalebene (Schiebezirkel).
9) Hilfsohrhöhe, vom selben Ausgangspunkt zur höchsten Stelle des Scheitels hinter der Kranznaht (Schiebezirkel).
10) Länge der Schädelbasis, von der Mitte des Vorderrandes des Hinterhauptlochs zur Mitte der Stirnnasennaht (Tasterzirkel).

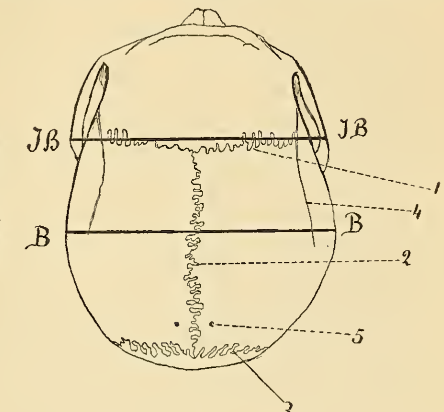


Fig. 102. Norma verticalis eines mesocephalen Schädels. *JB*–*JB* Jochbreite. *B*–*B* größte Breite. *1* Sutura coronalis. *2* Sutura sagittalis. *3* Sutura lambdoidea. *4* Linea temporalis. *5* Foramen parietale.

11) Länge der Pars basilaris (bis zur Synchondrosis spheno-occipit.).
12) u. 13) Größter Längs- (-sagittal) und Breiten- (-transversal) Durchmesser des Foramen occipitale.
13a) Breite der Schädelbasis zwischen den Spitzen und
13b) Breite der Schädelbasis zwischen den breitesten Vorwölbungen der Warzenfortsätze.
14) Horizontalumfang des Schädels, Stahlbandmaß oberhalb der Augenbrauenbogen über den vorspringendsten Punkt des Hinterhaupts.
15) Sagittalumfang des Schädels. Stahlbandmaß von der Stirnnasennaht zum Hinterrande des Hinterhauptlochs (entlang der Sagittalnaht).
16) Vertikaler Querumfang des Schädels, Stahlbandmaß zwischen den oberen Rändern beider Ohröffnungen senkrecht zur Horizontalebene (2—3 cm hinter der Kranznaht).

II. Maße des Gesichtsschädels.

17) Gesichtsbreite (Virchow): zwischen den unteren Endpunkten der Oberkiefer-Jochbeinnähte.
17a u. b) Gesichtsbreite (von Hoelder's), Entfernung a) der beiden inneren Jochbeinwinkel, b) der hierunter senkrecht liegenden Punkte des unteren Jochbeinrandes.

18) Jochbreite: größter Abstand der Jochbogen voneinander, JB (Fig. 102).
18a) Interorbitalbreite: geringste Entfernung des medialen Augenhöhlenrandes.
Von der Mitte der Stirnnasennaht werden gemessen (19, 20, 21).
19) Gesichtshöhe, *w.* GH (Fig. 100).
Zur Mitte des unteren Unterkieferrandes.
20) Obergesichtshöhe, *w.* NK (Fig. 101), zur Mitte des Alveolarrandes des Oberkiefers.
21) Nasenhöhe, *w.* NN (Fig. 100), zur Mitte der oberen Fläche des Nasenstachels.
22) Größte Breite der Nasenöffnung, horizontal gemessen (Fig. 151).
23) Größte Breite des Orbitaleingangs (Fig. 101 a), zwischen den Mitten des medialen und lateralen Augenhöhlenrandes.
24) Größte Horizontalbreite des Orbitaleingangs (Virchow, Fig. 101 c).
(Man messe auch den Winkel zwischen Linie 23 u. 24.)
25) Größte Höhe des Augenhöhleneingangs (Fig. 101 b), senkrecht zu 23.
26) Vertikalhöhe des Augenhöhleneingangs, vertikal zu 24 (Fig. 101 d).
27) Gaumenlänge: von der Spina nasalis posterior bis zur hinteren Lamelle des Alveolarrandes zwischen den Schneidezähnen.
28) Gaumenmittelbreite: zwischen den inneren Alveolarwänden der 2. Molarzähne.
29) Gaumenendbreite: zwischen den hinteren Endpunkten des Gaumens.
30) Profillänge des Gesichts (Gesichtslänge Kollmann's) Gl (Fig. 100), vom vorspringendsten Medianpunkt des Alveolarfortsatzes des Oberkiefergerüsts zum Vorderrande des For. magnum.

Verschiedene Schädelformen.

a) Hirnschädel. Seit Retzius unterscheidet man lange oder dolichocephale und kurze oder brachycephale Kranien und eine dazwischen liegende Mittelform, die mesocephal heißt. Diese Unterscheidung beruht auf Vergleichung des größten transversalen oder Breitendurchmessers, B, mit dem größten sagittalen oder Längendurchmesser, L, des Schädels. Man setzt den letzteren = 100. Es verhält sich dann $L : B = 100 : x$; der daraus resultierende Wert von $x = \frac{100\,B}{L}$ heißt Längenbreitenindex und schwankt an menschlichen Schädeln zwischen 73 und 90. Je kleiner dieser Quotient, um so mehr überwiegt der Längsdurchmesser eines Schädels den Breitendurchmesser. In der Frankfurter kraniometrischen Verständigung (1884) ist man überein gekommen, Schädel mit einem Längenbreitenindex von 75,1—79,9 mesocephal, solche mit kleinerem Längenbreitenindex dolichocephal, solche mit größerem brachycephal zu nennen.

Ein internationales Uebereinkommen hat (1886)*) aber allgemein die Gruppeneinteilung der Schädelindices so festgesetzt:

Index der	Ultradolichocephalen	60—64,9
„ „	Hyperdolichocephalen	65—69,9
„ „	Dolichocephalen	70—74,9
„ „	Meso- (oder Mesati-)cephalen	75—79,9
„ „	Brachycephalen	80—84,9
„ „	Hyperbrachycephalen	85—89,9
„ „	Ultrabrachycephalen	über 90(—94)

Das Verhältnis der Schädellänge, L (= 100 gesetzt), zur Schädelhöhe, H, giebt den Längenhöhenindex (y) $= \frac{100\,H}{L}$. Sein Wert steigt mit der relativen Zunahme des Höhendurchmessers der Schädelkapsel. Schädel, deren Längenhöhenindex 70,1—75 beträgt, heißen orthocephal und bilden die Mittelform; solche, bei denen derselbe größer als 75 ist, heißen hypsicephal, solche, bei denen er kleiner als 70,1 ist, platycephal oder chämacephal.

Langschädel oder dolichocephale Kranien besitzen meist schmale Schädelbasis, gleichmäßig gewölbtes mittelhohes Schädeldach mit steilen Schläfeflächen, schmaler Stirn, stark vorspringendem Hinterhaupt. Kurzschädel oder brachycephale Kranien kombinieren breite Basis, vorgewölbte Schläfenflächen mit hohem, hinter den Stirnbeinen gipfelndem Schädeldach, flach, abfallend Hinterhaupts- und Stirngegend; sie scheinen bei Kulturvölkern überwiegend zu werden. Meist gesellen sich zu dolichocephalen Hirnschädeln schmale, lange, zu brachycephalen kürzere, breitere Gesichter. Bei Extremen Hypsi- und Brachycephalen schneiden sich die Richtebenen der Schädelbasis stumpfwinkliger, bei extremen Platy- und Dolichocephalen spitzwinkliger mit der Medianebene.

E. Schmidt schlägt vor, alle die Hirnkapsel betreffenden Maßangaben durch die Endsilbe „Kran" (κρανίον) statt durch „kephal" zu bezeichnen, vergleicht dieselben statt mit einem schwankenden Einzeldurchmesser des Schädels mit seinem Modulus der Gesamtgröße des Schädels, dessen Wert er für jeden Schädel = 100 annimmt. Im Verhältnis hierzu findet er nach dieser Methode als Durchschnittszahlen: für die Schädellängen 117,7 (Schwankung 127—107), für die Schädelbreite 91 (Schwankung 80—103), für die Schädelhöhe 90,8 (Schwankung 81—99).

Schmidt, E., *Kraniolog. Untersuchungen, Arch. f. Anthrop.* 17. *Bd. Heft* 2, 158.

Die verschiedenen Weltteile erscheinen durch eigene Typen der Schädelform charakterisiert. Schmale Langschädel finden sich bei Australiern, weniger extrem auch bei Afrikanern; kurze Schädel bei

*) Vergl. Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellsch. f. Anthropologie, März 1886, S. 17 ff.

Garson, J. G., *The cephalic index.*

Derselbe, *The international agreement on the classification and nomenclature of the cephalic index, Journal Anthrop. Instit.* 1886.

Topinard, P., *La nomenclature quinaire de l'indice cephalique, Revue d'anthropologie* 1885, 210.

Derselbe, *Le principe général à adopter dans les divisions et nomenclatures des charactères etc., Bulletins de la Société d'anthrop.* 1886, 186.

Asiaten, niedrige, breite bei Europäern. Die sehr varianten Formen der amerikanischen Schädel sind teilweise auf künstliche systematische Verunstaltung während ihres Wachstums und Rassenkreuzung zurückzuführen. Innerhalb dieser großen Bezirke finden sich je wieder Unterabteilungen (nach Rassen), deren Schädel eine besonders nahe Uebereinstimmung zeigen, welche aber durch Rassenkreuzung verwischt werden kann. Die besondere Erörterung der hiernach vorhandenen Differenzen ist Gegenstand der Rassenanatomie.

b) Gesichtsschädel. In Bezug auf die Hauptformen der Gesichtsschädel unterscheidet man niedrige oder chamäprosope und hohe oder leptoprosope Gesichter, erstere meist mit Brachycephalie, letztere mit Dolichocephalie gleichzeitig auftretend. Die Unterscheidung ist abhängig im allgemeinen von dem Verhältnis der Gesichtshöhe (19) zur Breite des Gesichts, letztere gemessen durch die größten Abstände der Außenseite der Jochbogens (18), eventuell der Proc. zygomatici der Stirnbeine und der Unterkieferwinkel. (Die folgenden Zahlen sind Ausführungen von ZUCKERKANDL, Zur Morphologie des Gesichtsschädels, Stuttgart 1877, entnommen.)

Die größte Breite trifft man meist bei kurzen Gesichtern; die Differenzen der Länge und Breite an demselben Gesicht schwankt zwischen 3—33 mm. Im allgemeinen steht die größte Breite der Stirn mit der größten Breite des Gesichts einigermaßen im Einklang, doch sind Varianten zahlreich: es verhalten sich zu einander z. B.:

	Stirnbreite	Gesichtsbreite	Oberkieferbreite
bei Europäern	122	131	85—95
„ Malaien	115	} 133	100
„ Chinesen	114		103

ein Verhalten, welches auch beim bloßen Anblick der Schädel in dem plötzlicheren Vorspringen der Backenknochen unter der Stirn bei letztgenannten Stämmen gegenüber den Europäern im allgemeinen sich ausdrückt.

An den Teilstrecken der Gesichtshöhe, die auf Nasenhöhe und Mundhöhe (diese = Zwischenkiefer und Unterkiefer) entfallen, beteiligen sie sich mit individuell sehr wechselnden Maßen an der Bildung der Gesamthöhe. Fast stets ist die Mundregion höher als die Nasenregion, besonders bei langen Gesichtern Erwachsener. Nur vor dem 12. Lebensjahr findet sich das umgekehrte Verhältnis, da im Laufe des Wachstums die Höhenzunahme des Alveolarteils des Kiefers die des darüber gelegenen Teils überholt. Im speciellen steht das Wachstum dieser beiden Abteilungen zu einander aber in keinem konstanten Proportionsverhältnis. Im Niveau der nasalen Region des Oberkiefers sind wieder der obere, interorbitale, und der untere, infraorbitale Abschnitt in ihrem Wachstum ungleich; z. B.: es schwankt beim Erwachsenen das absolute Maß des orbitalen Teils der Nasenhöhle von 22—36 mm, das des infraorbitalen Teils von 15—28 mm; es wächst durchschnittlich von der Geburt bis zum 20. Lebensjahr der Orbitalteil von 10 mm auf 33 mm, der Infraorbitalteil von 3 mm auf 19 mm. ZUCKERKANDL findet nämlich das Verhältnis des orbitalen zum infraorbitalen Teil im Alter von 3 Wochen $\frac{17\text{ mm}}{3\text{ mm}}$; 2 Jahren $\frac{26\text{ mm}}{12\text{ mm}}$; 6 Jahren $\frac{30\text{ mm}}{13\text{ mm}}$; 11 Jahren $\frac{27\text{ mm}}{18\text{ mm}}$; 17 Jahren $\frac{33\text{ mm}}{23\text{ mm}}$; Erwachsenen $\frac{35\text{ mm}}{28\text{ mm}}$. Die allgemeine Verlängerung der Nasenhöhe ge-

schieht dabei einmal durch das Randwachstum des Stirnfortsatzes des Oberkiefers, gleichzeitig auch durch Resorption von Knochensubstanz an der nasalen Seite der Zwischenkiefergegend, die, solange sie im Gange ist, eine scharfe Abgrenzung der nasalen und facialen Flächen des Zwischenkiefers nicht zustande kommen läßt, eventuell auch asymmetrische Formung der vorderen Nasenöffnung verschuldet.

Die Augenhöhle. Die Orbitalhöhe beträgt bei Erwachsenen 30—39 mm und setzt sich zusammen aus dem Kieferstück von 25—27 mm und dem Stirnbeinstück von 9—15 mm Länge. Mit einem Gesamthöhenmaß von 27—31 mm ist meist allgemeine absolute Orbitalenge, mit Höhenmaßen von 36—38 mm meist allgemeine absolute Orbitalweite verbunden. Nach dem Alter beträgt durchschnittlich die Orbitalhöhe

im 5. Lebensjahr	29 mm;	ihr Stirnteil 3—13 mm;	ihr Kieferteil	10—20 mm
bis zum 10. „	33 „	„ „ 10—13 „	„ „	16—24 „
„ „ 20. „ (und später)	33 „	„ „ 10—15 „	„ „	18—25 „

Für die letzte Ausgestaltung und die Formung der Ränder müssen Resorption und Appositionsvorgänge am Knochen angenommen werden.

Bei Europäern ist das orbitale Stück der Nasenhöhe länger als das infraorbitale. Bei anthropoiden Affen überwiegt im Gegenteil dazu das letztere bei weitem. Eine Zwischenstufe nehmen die malaiischen Schädel ein. — Ferner übertrifft bei erwachsenen Europäern in der Regel die Orbitalbreite (= 40) die Orbitalhöhe (= 33); das Gegenteil findet sich bei Kindern und bei erwachsenen Malaien (Orbitalbreite durchschnittlich 28 mm, Orbitalhöhe 33 mm); noch in höherem Grade bei erwachsenen anthropoiden Affen.

In Bezug auf die Proportionen des Gesichtsschädels wurden auf der Frankfurter kraniometrischen Verständigung folgende Maße mit Vorbehalt späterer Abänderung vereinbart:

1) Gesichtsindex (Virchow) $= \frac{100 \,.\, \text{Gesichtshöhe No. 19}}{\text{Gesichtsbreite No. 17}}$:
   bei breitgesichtigen Schädeln bis 90
   „ schmalgesichtigen Schädeln 90,1 und mehr.

2) Obergesichtsindex (Virchow) $= \frac{100 \,.\, \text{Obergesichtshöhe No. 20}}{\text{Gesichtsbreite No. 17}}$:
   bei breiten Obergesichtern 50,0
   „ schmalen Obergesichtern 50,1 und mehr.

3) Jochbreiten-Gesichtsindex (Kollmann) $= \frac{100 \,.\, \text{Gesichtshöhe No. 19}}{\text{Jochbreite No. 18}}$:
   bei niedrigen Gesichtsschädeln (chamäprosop bis 90
   „ hohen Gesichtsschädeln (leptoprosop) 90,1 und mehr.

4) Jochbreiten-Obergesichtshöhenindex (Kollmann) $= \frac{100 \,.\, \text{Obergesichtshöhe No. 20}}{\text{Jochbreite No. 18}}$:
   bei niedrigen Obergesichtern bis 50
   „ hohen Obergesichtern 50,1 und mehr.

5) Augenhöhlenindex $= \frac{100 \,.\, \text{Augenhöhlenhöhe}}{\text{Augenhöhlenbreite}}$:
bei Chamäconchie bis 80, Mesoconchie 80,1—85,0, Hypsiconchie 85,1 und mehr.

6) Nasenindex $= \frac{100 \,.\, \text{Breite der Nasenöffnung}}{\text{Nasenhöhe}}$:
bei Leptorrhinie bis 47, Mesorrhinie bis 47—51, Platyrrhinie bis 51,1—58, Hyperplatyrrhinie 58,1 und mehr.

7) Gaumenindex (Virchow) $= \frac{100 \,.\, \text{Gaumenbreite}}{\text{Gaumenlänge}}$,
bei Leptostaphylie bis 80, Mesostaphylie 80—85,0, Brachystaphylie 85,1 und mehr.

Winkelmessungen am Schädel sind in der Frankfurter Verst. nicht vereinbart mit Ausnahme des auf S. 354 erwähnten Profilwinkels.

Eine kurze Zusammenstellung der von verschiedenen Anthropologen in Anwendung gezogenen Winkelmessungen findet sich bei Topinard, L'homme dans la nature, S. 239—248, eine ausführliche Behaudlung des Gegenstandes giebt Bessel-Hagen, Zur Kritik der Winkelmessungen am Kopfe, Archiv f. Anthropologie, Bd. XIII, 1881, Heft 3.

Absolute Masse an Schädeln mitteleuropäischer Völker in Centimetern.

Abkürzungen: Ms. = Durchschnittsmaße bei Männerschädeln, Ws. = Durchschnittsmaße bei Weiberschädeln. P. untere und obere physiologische Grenzwerte. (Die meisten der folgenden Zahlen sind dem von Benedikt verfaßten Artikel: Schädelmessung in Eulenburg's Realencyklopädie der Heilkunde entnommen.)

Rauminhalt: a) Männlicher Schädel: P. 1200—1750 ccm, Ms. 1500 ccm. — b) Weiblicher Schädel: P. 1100—1550 ccm, Ws. etwa 1400 ccm. — c) Kinder: Neugeborener 385—450 ccm, 1-jähriger 700—1000 ccm, 10-jähriger 1300 ccm oder mehr.

Größte Länge: Ms. 17,5—18,5 cm, Ws. 0,5 cm weniger, Neugeborene 12 cm.

Größte Breite: Ms. 13,58—15,6 cm, Ws. 14 cm.

Größte Höhe (gemessen vom Basion zum Scheitel): 12—15 cm, durchschnittlich 13,5 cm.

Schädelbasislänge (Basion zur Nasenwurzel): Ms. 10 cm, Ws. 9,3 cm, P. 9—11 cm.

Gesichtsbasislänge (Basion zur Spina nasal. anterior): 9,2 cm, P. 8,1—10 cm.

Sagittale Maße. Sehnen: 1) der Sagittalnahtlänge: Ms. 11,1 cm, Ws. 0,6 cm weniger, P. 9,5—13 cm. 2) der Oberschuppe (Spitze derselben bis zur Protuberantia occipitalis ext.): Ms. 6,2 cm, Ws. 0,3 cm weniger, P. 4,5—8 cm. 3) der Unterschuppe Ms. 4,6 cm, Ws. 0,3 cm weniger, P. 3,3—6 cm.

Länge des harten Gaumens: Ms. 5,0 cm, Ws. 0,3 cm weniger, P. 4,1—6,1 cm.

Transversale Maße. Geringste Stirnbreite (oberhalb des Proc. zygomat. des Stirnbeins): Ms. 9,6 cm, Ws. 0,4 weniger, P. 8,8—10,7 cm.

Vorderhauptbreite (zwischen den Vereinigungsstellen der Coronalnaht mit der Ringnaht): Ms. 11,3 cm, Ws. 0,1 cm weniger. Größte Stirnbreite (höher oben als vorige): 12,3 cm, P. 11,1—13,5 cm. Distanz der Tubera parietalia: Ms. 13,2 cm, Ws. 0,2 cm weniger, P. 12,1—14,8 cm. Distanz der Spitzen der Proc. mastoidei: Ms. 10,4 cm, Ws. 0,7 cm weniger, P. 9,5—12 cm. Distanz der Anguli laterales oss. occipitis: Ms. 11,1 cm, Ws. 0,5 cm weniger, P. 9,7—12,5 cm.

Horizontalumfang über den Endpunkten größter Länge: Ms. 52 cm, Ws. 50 cm, P. 49,1—55 cm. Kinder: a) Neugeborener 34 cm, 1-jähriger 42 cm (weibliche 5 cm mehr), 10-jähriger 49 cm.

Sagittalumfang der Wölbung: a) Nasenwurzel bis Hinterhauptloch: Ms. 36—37 cm, Ws. 1,5 cm weniger, P. 34—39 cm. b) Nasenwurzel bis Protuberantia occip. ext.: Ms. 31,9 cm, Ws. 1 cm weniger, P. 29,2—34,5 cm. Bogenlängen des Stirnbeins: Ms. 12,5 cm, Ws. 12 cm; des Scheitelbeins Ms. 12,5 cm, Ws. 11,5 cm; des Hinterhauptbeins: Ms. 11,5 cm, Ws. 11,1 cm.

Innendimensionen des Schädels. a) Größte Länge (vom Foramen coecum zur Protuberantia occipit. intern.: Ms. 15 cm, Ws. 13,5 cm. b) Größte Höhe: Ms. 12,1 cm, Ws. 11,9 cm. c) Größter Querdurchmesser: Ms. 11,5 cm, Ws. 11 cm.

Unterkiefer: Körper und Alveolarteil hoch 2,7—3,2 cm. Distanz der Kieferwinkel: Ms. 9,9 cm, Ws. 0,8 cm weniger, P. 8,5—11,5 cm. Höhe des Kieferastes: a) bis zur Incisura mandibulae: Ms. 5 cm, Ws. 0,6 cm weniger, P. 4—6 cm; b) bis zum oberen Ende des Proc. glenoidalis im Mittel 7 cm. Länge des Kieferbogens (Bandmaß entlang demselben): Ms. 21,1 cm, Ws. 1,6 cm weniger, P. 18,5—23,3 cm.

Nachweis älterer Litteratur.

Sehr vollständige Litteraturangaben giebt: **Henle, J.**, *Handbuch der systemat. Anatomie d. Menschen*, 1871—1879.

Bezüglich älterer Litteraturangaben können die älteren Handbücher der Anatomie zu Rate gezogen werden.

Arnold, F., *Handbuch der Anatomie, Freiburg* 1845—1851.

Bichat, X., *Anatomie descriptive, Paris* 1801—1803.

Cruveilhier, J., *Anatomie descriptive, Paris* 1834; *neu von Sée: Traité d'anat. descr., Paris* 1862—1867.

Gorgone, G., *Corso completo di anatomia descrittiva colle differenze nell' età, sesso, razzi e anomalie* 1834—1840.

Meckel, S. F., *Handbuch der menschlichen Anatomie, Halle-Berlin* 1815—1820.

Sömmering, *Vom Baue des menschlichen Körpers, Frankfurt* 1839—1845. *(Neue Bearbeitung: Bischoff, Huschke, Theile, Valentin, Weber.)*

Unter den neueren anatomischen Lehrbüchern zeichnet sich das von Romiti durch sehr ausführliche Litteraturangaben aus. Eine kürzere Auswahl der Litteratur findet sich in den Lehrbüchern von Gegenbaur, Rauber, Sappey, Testut und älteren u. neueren Auflagen von Quain's Elements of Anatomy.

Nachzutragende Litteratur.

Chiarugi, G., *Il terzo condilo e i processi basilari del cranio umano (rudimenti di un arco ipocordale occipitale), Monitore zoologico italiano, A.* 6 *No.* 2 *p.* 30—32, *No.* 3, 4, *p.* 56—72.

Calori, L., *Sulla composizione dei condili occipitali nelle varie classi di vertebrati ect., Mem. R. Accad. di sc. di ist. di Bologna* 1894, *S. V T.* 5.

Lucy, *Les anomalies de l'occipital expliquées par l'anatomie comparée et le développement*, 114 *SS.* 2 *Taf. Thèse, Lyon* 1890.

Das isoliert erscheinende Interparietale des Menschen ist nach Lucy blofs ein Teil der Oberschuppe des Occipitale, dessen Abtrennungslinie der oberen Grenze einer an der Innenfläche der ganzen Unterschuppe und des untersten Streifs der Oberschuppe vorhandenen Knochenauflagerung parallel läuft. — Die „Fossette vermienne" (einen durch den stark entwickelten Vermis cerebelli erzeugten Eindruck zwischen den Fossae cerebellares der Schuppe) findet Lucy bei Tieren und unreifen menschlichen Föten konstant. Bei anthropomorphen Affen findet sich an ihrer Stelle ein Wulst (Colonne vermienne [Testut]). Wenn die Crista occipitalis interna sich erhebt, teilt sie die Fosette vermienne zuerst in zwei Parallelfurchen und füllt sie nach dem 1. *Lebensjahr ganz aus.*

Lucas, *On an undescribed groove at the inner side of the spine of the sphenoid bone formed by the chorda tympani nerve, Journ. Anat. and Physiol.* 1895.

Gianelli, A., *Le arcadi sopracigliari ed i seni frontali nei pazzi, Rivist. sperim. frenatr. di med. legale Vol.* 20 *Fig.* 425.

Berichtigungen:

Seite 191 Zeile 10 von oben lies Fig. 32, *2* statt Fig. 46, *2*.
„ 191 „ 22 „ unten lies Fig. 34, *35* statt Fig. 34, *21*.
„ 101 „ 21 „ „ „ Ausbleiben der statt Ausbleiben oder.
„ 228 „ 3 „ „ „ pterygopalatinus „ pterygopalatinum.
„ 266 „ 26 „ oben „ gefundenen statt gefundene.
„ 237 im Titel lies Verknöcherung statt Verknöcherung.

